Die

physische und mathematische

Geographie.

Druck und Papier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Die
physische und mathematische
Geographie.

Theilweise mit

Zugrundlegung der Introduction à la Géographie von Lacroix

bearbeitet

von

Dr. F. C. Heger.

Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Lübeck,
Verlag von A. Dittmer.
1853.

Vorwort.

Unter den verschiedenen Theilen der angewandten Naturwissenschaften, deren Kenntniß in neuerer Zeit das allgemeine Interesse der gebildeten Welt erweckt, nimmt die physische Geographie eine hervorragende Stelle ein. Während man vor wenigen Decennien sich damit begnügte, die politische Eintheilung der Länder und die Merkwürdigkeiten der Städte zu kennen, fühlt man jetzt das Bedürfniß, sich mit dem Wesen derjenigen Erscheinungen auf der Erde vertraut zu machen, welche ihr Dasein dem Schaffen der Naturkräfte verdanken.

Wenn man bedenkt, daß die Einrichtungen, welche durch die Hand des Menschen hervorgebracht werden, so unendlich wandelbar sind, während die Gesetze der Natur ewig unveränderlich bleiben, so kann man nicht daran zweifeln, daß das Studium der physischen Geographie eine großartigere und dauerndere Befriedignng gewähren muß, wie sie die politische Geographie für sich allein nicht darzubieten vermag.

Ueberdies ist die letztere auch zum großen Theil auf

die physischen Verhältnisse der Erde gegründet. Und wo dies nicht stattfindet, da sehen wir, daß die Institutionen der Menschen, mögen diese auch von Heroen herrühren, keinen Halt haben. Als Geschöpfe der Erde sind wir an deren Eigenthümlichkeiten gebunden; wir erreichen unsere Wohlfahrt nur dann, wenn unsere staatlichen Verhältnisse der Natur des Landes angepaßt sind, welches wir bewohnen.

Dem Wunsche meines Freundes A. Dittmer, ihm eine physische Geographie für seinen Verlag zu bearbeiten, kam ich um so lieber entgegen, als ich von dem Nutzen einer allgemeinen Verbreitung physikalisch-geographischer Kenntnisse längst überzeugt und zugleich bei der Beschäftigung mit dieser Wissenschaft zu der Ansicht gelangt war, daß die bestehenden Lehrbücher über physische Geographie für das größere Publicum wenig geeignet sind. Dieselben setzen nämlich zum Theil zu umfassende Kenntnisse der höheren Mathematik voraus, und diejenigen Werke, welche an diesem Mißstand weniger leiden, haben fast ohne Ausnahme den noch weit größeren Nachtheil einer platt populären Darstellung. Diese ist aber wahrhaftig der Einführung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in das praktische Leben weit hinderlicher, als eine weniger allgemein verständliche, aber gründliche Behandlung der Wissenschaft.

Als Einleitung für das Studium der physischen Geographie können einige Vorkenntnisse aus der mathematischen Geographie nicht entbehrt werden. Das vorliegende Werk enthält dieselben in einem solchen Umfange, daß sie zur Erläuterung der physischen Geographie dienen, ohne von deren Kenntnißnahme abzuschrecken.

Nichts ist schwieriger, als ein wissenschaftliches Werk für Gebildete zu schreiben, welche in dieser Wissenschaft Laien sind. Sie verlangen eine streng systematische Darstellung neben leichter Verständlichkeit. Um diesen Erfordernissen nachzukommen, hielt ich es für das Zweckmäßigste, meinen Vortrag, was die äußere Form betrifft, an denjenigen eines Schriftstellers anzuschließen, dessen Leistungen sich bei dem gebildeten Publicum des Beifalls zu erfreuen hatten. Ich habe Lacroix gewählt. Seine Introduction à la Géographie diente mir zur Richtschnur. Diejenigen, welche mit diesem vorzüglichen, aber durch und durch mathematisch gehaltenen Werke bekannt sind, werden bei flüchtiger Betrachtung der folgenden Blätter finden, daß ich dem berühmten Mitglied der Französischen Akademie der Wissenschaften mehr hinsichtlich der Form, als des Inhalts gefolgt bin. Ich war außerdem bemüht, allen neueren Entdeckungen der Wissenschaft in meiner Bearbeitung Rechnung zu tragen.

Die in dem vorliegenden Werke angewandten Maße sind die Toise und die Franz. Seemeile, von welchen 20 einen Grad ausmachen. Das Meter-Maß hat sich leider bis jetzt in der Geographie noch nicht hinlänglich eingebürgert.

Dr. F. C. Heger.

Nichts ist schwieriger, als ein wissenschaftliches Werk für Gebildete zu schreiben, welche in dieser Wissenschaft Laien sind. Sie verlangen eine streng systematische Darstellung neben leichter Verständlichkeit. Um diesen Erfordernissen nachzukommen, hielt ich es für das Zweckmäßigste, meinen Vortrag, was die äußere Form betrifft, an denjenigen eines Schriftstellers anzuschließen, dessen Leistungen sich bei dem gebildeten Publicum des Beifalls zu erfreuen hatten. Ich habe Letronne gewählt. Seine Introduction à la Géographie diente mir zur Richtschnur. Diejenigen, welche mit diesem vorzüglichen, aber durch und durch mathematisch gehaltenen Werke bekannt sind, werden bei flüchtiger Betrachtung der folgenden Blätter finden, daß ich dem berühmten Mitglied der Französischen Akademie der Wissenschaften mehr hinsichtlich der Form, als des Inhalts gefolgt bin. Ich war außerdem bemüht, allen neueren Entdeckungen der Wissenschaft in meiner Bearbeitung Rechnung zu tragen.

Die in dem vorliegenden Werke angewandten Maße sind die Lieue und die Franz. Seemeile, von welchen 20 einen Grad ausmachen. Das Meter-Maß hat sich leider bis jetzt in der Geographie noch nicht hinlänglich eingebürgert.

Dr. F. Kunheyer.

Inhaltsverzeichniß.

Einleitung.

Die Geographie im Allgemeinen beschäftigt sich mit der Untersuchung des gegenwärtigen und früheren Zustandes unserer Erde, und zwar erstrecken sich diese Untersuchungen nicht bloß auf die Oberfläche, sondern auch auf das Innere derselben, sowie auf die gasförmige Hülle, welche die Erde umgiebt und Atmosphäre genannt wird. Da indessen der Umfang aller dieser Gegenstände durch die fortschreitende Ausbildung der Wissenschaften zu groß geworden ist, so hat man die Lehre von der Geographie in Unterabtheilungen gebracht, deren jede für sich eine selbstständige Wissenschaft bildet.

Die Geologie und Geognosie beschäftigt sich hauptsächlich mit der festen Erdrinde; sie zeigt, aus welchen Gebilden dieselbe besteht, wie diese auf einander gelagert sind oder sich gegenseitig durchdringen. Die Mineralogie lehrt die Kenntniß der einzelnen Körper, aus denen die geologischen Gebilde zusammengesetzt sind.

Die Botanik und Zoologie handeln die organischen Reiche ab.

Die Atmosphärologie oder Meteorologie macht uns mit der Beschaffenheit der Luft und den in ihr stattfindenden Veränderungen bekannt.

Die Physik erforscht die Wirkungsweise der auf der Erde thätigen Kräfte. Die Physiologie nimmt diese Kräfte in so weit in Betracht, als sie in den Organismen wirksam sind.

Die Geographie im engeren Sinne ist rein beschreibender Natur. Auf die soeben genannten Wissenschaften fußend, betrachtet sie den natürlichen Zustand der Erdoberfläche, wie er sich unseren Augen darbietet. Sie lehrt uns die Größe der Erde, die Vertheilung der festen und flüssigen Masse auf derselben, die Contouren und Erhabenheiten des Festlandes, die Beschaffenheit der Meere, Seen und Flüsse kennen.

Man unterscheidet die physische von der politischen Geographie. Erstere beschäftigt sich nur mit den natürlichen Vorkommnissen auf der Erdoberfläche, in so weit sie nicht durch die Hand des Menschen hervorgerufen sind. Letztere, zu welcher wir auch die Geschichte des Menschengeschlechtes rechnen, hat sich zu einer eigenen Wissenschaft schon seit langer Zeit herangebildet. Wir werden dieselbe in diesem Werke nicht abhandeln, sondern uns nur auf die physische Geographie beschränken.

Die Hülfskenntnisse, welche wir von dem Leser voraussetzen, erstrecken sich auf eine encyklopädische Bekanntschaft mit den Naturwissenschaften und der Elementarmathematik. Letztere bedürfen wir, um uns präcise Begriffe von den Dimensionen der Erde, von ihrer Stellung zu den übrigen Himmelskörpern und der Entstehung der Tages- und Jahreszeiten machen zu können. Wir werden diese Begriffe in einem besonderen Abschnitt als mathematische Geographie entwickeln.

Es wäre überflüssig, das Publikum, für welches das

vorliegende Werk bestimmt ist, auf den Nutzen der physischen und mathematischen Geographie aufmerksam machen zu wollen. Jeder, dem es nicht um eine oberflächliche, sondern um eine allgemeine und gründliche humane Bildung zu thun ist, muß sich mit der ihn umgebenden Außenwelt in so weit bekannt machen, daß ihm die Erscheinungen, welche seinen Sinnen sich darbieten, nicht als fortwährend ungelöste Räthsel vorkommen. Die wahre Bildung des Menschen besteht nicht in einer detaillirten Kenntniß eines einzigen Zweiges des Wissens, sondern in dem umfassenden Verständniß der Natur aller derjenigen Kräfte und Materien, mit welchen wir unaufhörlich in Berührung sind.

Mathematische Geographie.

Erste Begriffe von der Gestalt der Erde.

Wenn man sich an einem Orte befindet, an welchem nichts das Gesichtsfeld beschränkt, so scheint der Himmel die Erde in einem Kreis abzuschließen. Dieser wird Horizont genannt. Auf dem Lande ist man durch die Unebenheiten des Bodens gehindert, über die Form der von diesem Kreis eingeschlossenen Oberfläche genauere Kenntniß zu erlangen; wenn man sich aber am Meeresstrande befindet, so bemerkt man bald, daß diese Oberfläche keine Ebene bildet. Denn wenn ein Schiff den Küsten sich nähert, so ist es stets sein oberer Theil, der zuerst sichtbar wird; man erblickt nur die Masten, und selbst mit Hülfe der besten Fernröhre ist man nicht im Stande, den Rumpf zu entdecken. Kommt es aber näher an die Küste heran, so erblickt man fortwährend einen größeren Theil der Masten, es scheint förmlich aus dem Meere aufzutauchen. Da man nun weiß, daß das Schiff einmal wie das anderemal gleich tief im Wasser geht, so muß man annehmen, daß die eben auseinandergesetzte Erscheinung lediglich in der Convexität desjenigen Theils des Meeres, welcher zwischen dem Beobachter und dem Schiffe begriffen ist, seinen Grund habe, wie es Fig. 1 (s. f. S.) zeigt.

Nachdem man einmal erkannt hatte, daß das Meer eine Krümmung hat, schloß man bald, daß auch das Land,

Fig. 1.



abgesehen von seinen Unebenheiten, in diese Krümmung hineinfallen müsse. Man nahm auch sogleich an, daß die Form der Krümmung die einer Kugel sein werde, weil das geometrische Gesetz dieses Körpers sehr einfach ist und sich leicht fassen läßt.

Andere Erscheinungen, von denen in der Folge die Rede sein wird, geben diesen Folgerungen neue Anhaltspunkte. Auch Reisen um die Welt konnten die Ansicht, daß die Erde die Gestalt einer Kugel besitze, nur befestigen. Endlich haben die neueren astronomischen und terrestrischen Messungen, welche die vollendetere Mechanik mit einem hohen Grade der Genauigkeit auszuführen gestattete, nachgewiesen, daß die Gestalt der Erde sich sehr der einer Kugel nähert. Für die größere Zahl der Fälle kann man wenigstens ohne merklichen Irrthum die Abweichung von der Kugelgestalt vollständig vernachlässigen.

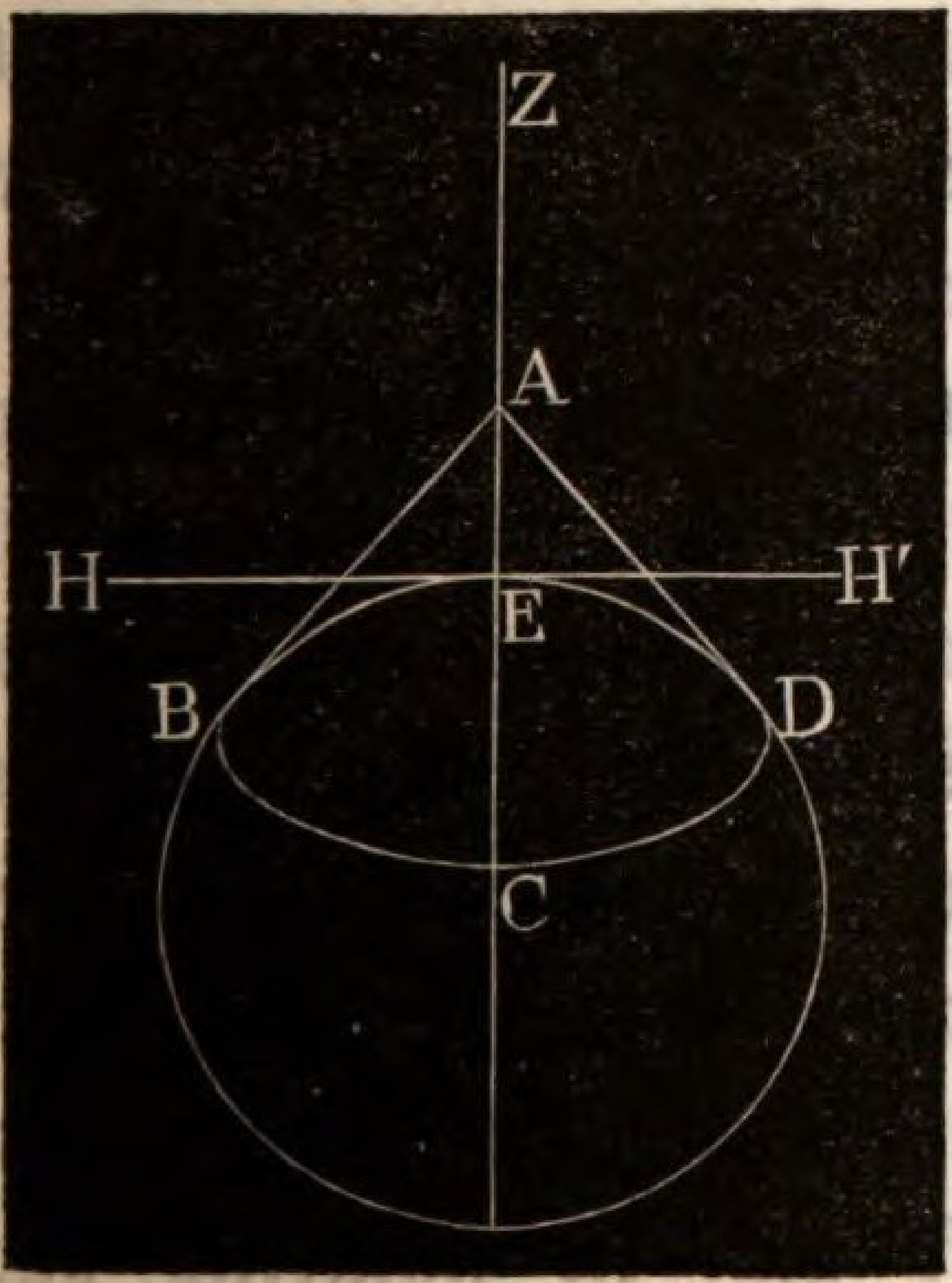
Die Berge und Thäler, mit denen die Oberfläche der Erde bedeckt ist, sind, verglichen mit der Masse der Erde, sehr unbedeutend, und sie verhalten sich zu den letzteren wie die kleinen Unebenheiten, welche man auf der Schale einer Pomeranze findet, zu dem Inhalt der Pomeranze sich verhalten.

Das Himmelsgewölbe, welches uns von allen Seiten einhüllt, besitzt einen bemerkenswerthen Punkt, den man Zenith nennt. Dieses befindet sich perpendiculär über unserem Haupte, oder, um uns anders auszudrücken, es ist in der Richtung gelegen, welchen ein frei fallender Körper oder ein Bleiloth einhalten wird.

Sowohl die mathematische Betrachtung, als auch die Beobachtung haben dargethan, daß die Linie, welche unseren Fußpunkt mit dem Zenith verbindet, perpendiculär auf dem Horizonte steht; allein dazu müssen wir erst den Begriff des Horizontes etwas schärfer feststellen, als der gewöhnliche Sprachgebrauch dieses thut, der hierunter die unregelmäßige Linie, in welcher die terrestrischen Gegenstände das Himmelsgewölbe begrenzen, versteht.

Den wahren Horizont sieht man, wenn man sich mit dem Auge mitten auf dem Meere und gerade an seiner Oberfläche denkt; die Sehstrahlen berühren dann das Meer in dem Augenpunkte und gehen von da aus nach allen Richtungen hin. Es entsteht so eine unbegrenzte Ebene, welche die Oberfläche der Erde bloß in dem einen Punkt berührt, in welchem sich das Auge befindet. Diese Ebene heißt also der Horizont.

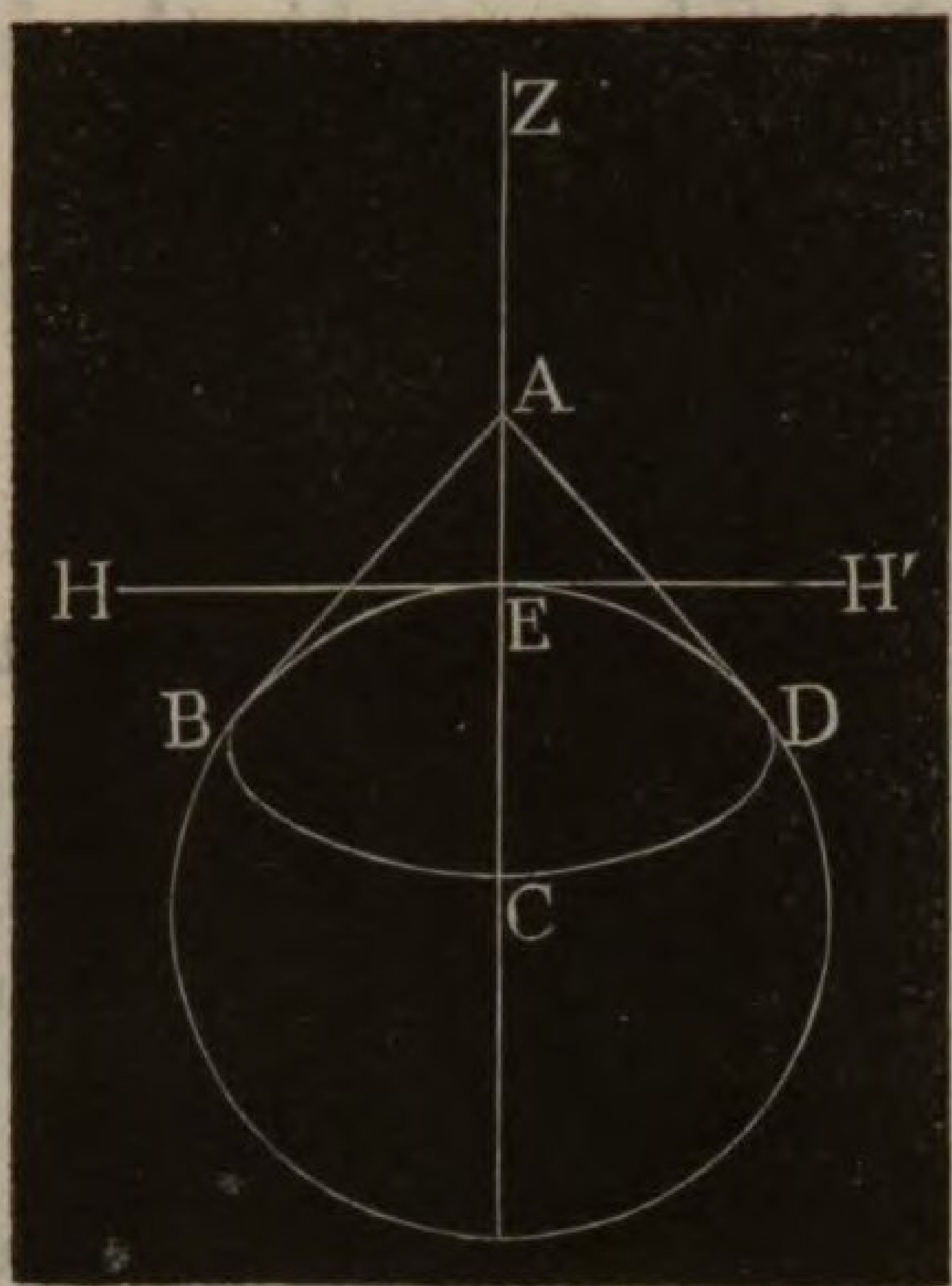
Fig. 2.



Wenn das Auge über dem Meere keinen Ruhepunkt hat, so treten die Sehstrahlen unter den wahren Horizont *H H'* herunter (Fig. 2), sie berühren die Oberfläche des Meeres in einer Reihe von Punkten,

welche zusammengenommen den Kreis *BCDE* bilden, der senkrecht auf der Zenithverticale *AZ* steht. Alle diese Punkte liegen in gleichem Abstande von *A*, also ist der Kreis *BCDE* parallel mit der Horizontalebene *HH'*. Das Bleiloth steht überall senkrecht auf der Oberfläche aller stehenden Gewässer, es geht daraus hervor, daß diese Oberfläche immer der Ebene des wahren Horizontes parallel ist. Um beide Ausdrücke zu unterscheiden, nennt man jene Oberfläche die horizontale Ebene und bezeichnet mit dem Ausdrucke Horizont oder wahrer Horizont eine Ebene, welche dieser Oberfläche parallel ist.

Fig. 3.



Wenn man die Verticale oder Zenithlinie durch die Erde hindurch in gerader Richtung verlängert, so wird sie das Himmelsgewölbe in einem Punkt treffen, den wir nicht sehen können, der aber dem Zenithpunkt gerade entgegengesetzt ist. Diesen Punkt nennt man das Nadir.

Fig. 4.

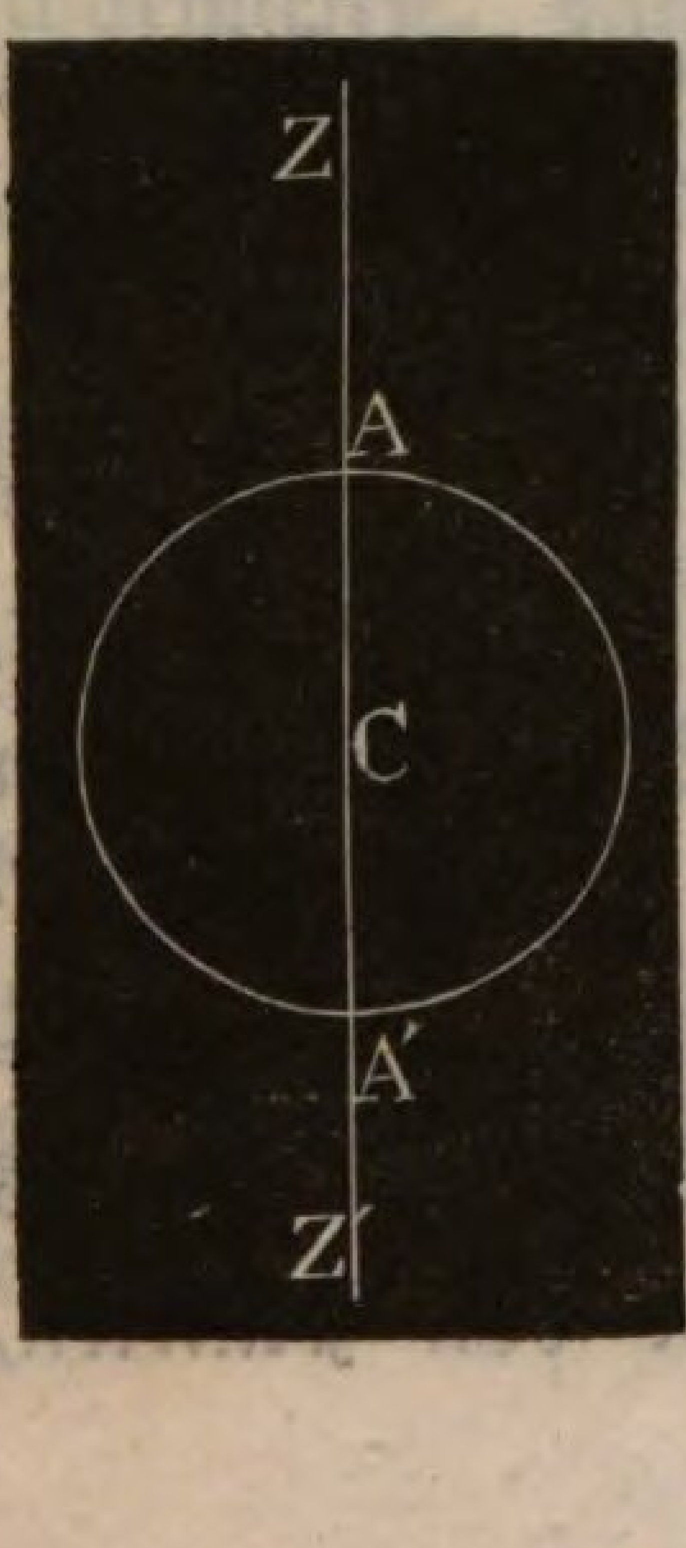


Fig. 4 deutet uns die respective Lage dieser Punkte für den Beobachtungsort *A* an. Die Linie *AZ* bezeichnet die Verticale oder die Linie, welche ein über dem Punkt *A* befindliches Bleiloth einhalten wird, *Z* ist das Zenith, *Z'* das Nadir. Da diese Linie senkrecht auf der Erdoberfläche steht, so geht sie natürlich auch

durch ihren Mittelpunkt *C*, wobei wir aber die Erde als eine vollkommene Kugel ansehen.

Wenn ein Körper durch seine Schwere nach der Erde hin fällt, so hält er dabei immer die Richtung der Verticalen ein. Ein über *A'* losgelassener Körper fällt also in einer Linie, welche *AZ* gerade entgegengesetzt ist. Wir Menschen werden nur durch unsere Schwere auf der Erde festgehalten. Wenn wir uns nun im Punkt *A* befinden, so nennen wir diejenigen Menschen, welche ihre Füße auf den Punkt *A'* aufsetzen, unsere Antipoden.

Von der täglichen Bewegung der Gestirne.

Die Gestirne sind es, nach welchen die ersten Schiffer sich richteten, als sie das Land aus dem Gesichte verloren, die den Reisenden in den Wüsten den Weg zeigten. Ebenso ist man nur durch Inbetrachtnahme des Verhältnisses der Lage, in welcher die Punkte auf der Erde zu denen am Himmelsgewölbe sich befinden, dahin gelangt, die gegenseitige Lage zweier weit entfernten Punkte auf der Erdoberfläche zu bestimmen. Indessen würde man die Gestirne nicht zu diesem Zwecke benutzen können, wenn man nicht wüßte, wie die letzteren für einen und den nämlichen Ort auf der Erde, aber für verschiedene Beobachtungszeiten sich darstellen. Man hat, um die Lage der Gestirne hiernach zu erklären, Apparate ersonnen, die indessen immer sehr unvollkommen sind und an denen man doch nicht mehr lernt, als wenn man den Himmel selbst recht aufmerksam in Augenschein nimmt. Wie detaillirt auch diese Apparate angefertigt sein mögen, niemals vermögen sie die unmittelbare Anschauung vollständig zu ersetzen.

Wenn man sich Morgens früh an einen Ort begiebt, wo man einer freien Aussicht genießt, so scheint die Sonne in dem Moment ihres Aufganges sich aus dem Kreis des

Horizontes zu erheben. Kurze Zeit vor dem Aufgang wird ihr Erscheinen schon durch einen hellen Lichtstreif angedeutet, welcher an der Stelle, wo sie aufgeht, sich bemerken läßt. Der Beobachter, welcher dem Lauf dieses Gestirnes während eines Tages folgt, sieht dasselbe sich nach und nach immer höher erheben, bis es zu einem Punkt angekommen ist, von welchem es wieder abwärts sinkt, um sich zuletzt wieder unter dem Horizont auf der entgegengesetzten Seite des Aufgangs zu begraben.

Wenn man in einer hellen Nacht mit Aufmerksamkeit die Sterne verfolgt, so erblickt man gewisse an dem Theil des Himmels, wo die Sonne aufgeht, andere an der Stelle, wo sie untergeht; alle scheinen sich aber in der nämlichen Richtung, wie die Sonne selbst, das heißt von der Linken zur Rechten zu bewegen, wobei wir annehmen, daß der Beobachter sich in unseren Gegenden befindet und sein Angesicht nach dem Theile des Himmels hin richtet, auf welchem die Sonne bei Tage sich bewegt.

Wenn der Beobachter sich aber herumdreht, so wird er einige Gestirne bemerken, welche während einer ganzen Stunde und selbst in noch längerer Zeit kaum vom Platze zu kommen scheinen, während andere große Räume durchlaufen. Eines von ihnen, welches leicht aufzufinden ist, scheint vollständig unbeweglich zu sein, während diejenigen, welche nicht fern von ihm stehen, mehr als einen Halbkreis um es herum durchlaufen, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man sich beim Eintritt einer langen Winternacht ihre Stelle merkt und dann Morgens früh vor Sonnenaufgang wieder nachsieht, wo sie nun stehen. Man würde sie den vollen Kreis beschreiben sehen, wenn nicht

das helle Licht der Sonne sie verdunkelte und sie dadurch zum Verschwinden brächte.

Die einfachste Vorstellung, welche sich die Menschen zuerst von der scheinbaren Bewegung der Sonne und Gestirne um die Erde machten, war, wie die Erfahrung lehrt, die, daß die Gestirne an dem Himmelsgewölbe festgeheftet seien und daß sich dieses Gewölbe, also auch mit ihm die Gestirne, um die Erde drehe. Daher rühre es denn, daß dieselben zeitweise unseren Blicken sich entzögen. Sie tauchten, nahm man an, unter die Erdkugel hinab und kämen, nachdem sie den halben Himmelskreis durchlaufen hätten, wieder auf der anderen Seite der Erde hervor. Das eine Gestirn, welches seinen Ort nicht zu ändern scheint, dachte man sich als den festen Axenpunkt des Himmelsgewölbes, um welches das letztere sich drehe. Allein man kam doch bald zu der Ueberlegung, daß in der That eine ungeheure Geschwindigkeit dazu gehören müsse, um das ganze Himmelsgewölbe in der kurzen Zeit von vierundzwanzig Stunden herumzudrehen; man bedachte weiter, es sei doch sonderbar, anzunehmen, die kleine Erde bilde den Centralpunkt, um den sich viel größere Himmelskörper, wie z. B. die Sonne bewegen sollten; man bemerkte außerdem, daß einige Gestirne eine eigene Bewegung besitzen — alles dieses führte auf die viel einfachere Vorstellung, daß die Erde in Zeit von vierundzwanzig Stunden sich um sich selbst herumdrehe. Natürlich ist der Effect dieser beiden Vorstellungsweisen genau derselbe, es handelt sich aber hier um die Erforschung der Wahrheit. Wenn man sich auf einem Schiff befindet, welches auf einem ruhigen Flusse dahingleitet, wenn dabei keine Erschütterung das Fortschreiten des Schiffes bemerken läßt,

wenn man weiter seine Augen nicht auf die Gegenstände im Schiffe, sondern auf das Ufer gerichtet hält, so scheinen die Gegenstände auf letzterem in einer Richtung sich zu bewegen, welche der Direction des Fahrens gerade entgegengesetzt ist. Ebenso ist es mit der Bewegung der Erde der Fall. Da wir, wenn dieselbe sich um sich selbst herumdreht, an dieser Bewegung Theil nehmen, also auch nichts davon spüren, so müssen wir nothwendig zuerst verleitet werden, anzunehmen, die Gestirne wechselten ihren Ort.

Der Punkt, um welchen die gemeinschaftliche Bewegung der Gestirne zu gehen scheint, nennt man den Himmelspol. Nicht weit von diesem Punkt befindet sich ein Stern, den man den Polarstern nennt. Die Axe der Erde, um welche die tägliche Bewegung derselben stattfindet, ist auf diesen Punkt hin gerichtet; d. h. ihre Verlängerung trifft auf den Himmelspol. Die beiden Punkte, an welchen die Oberfläche der Erde von ihrer Axe berührt wird, nennt man die Erdpole. Nordpol heißt der Punkt, welcher dem Polarstern entspricht, Südpol das entgegengesetzte Ende der Erdaxe.

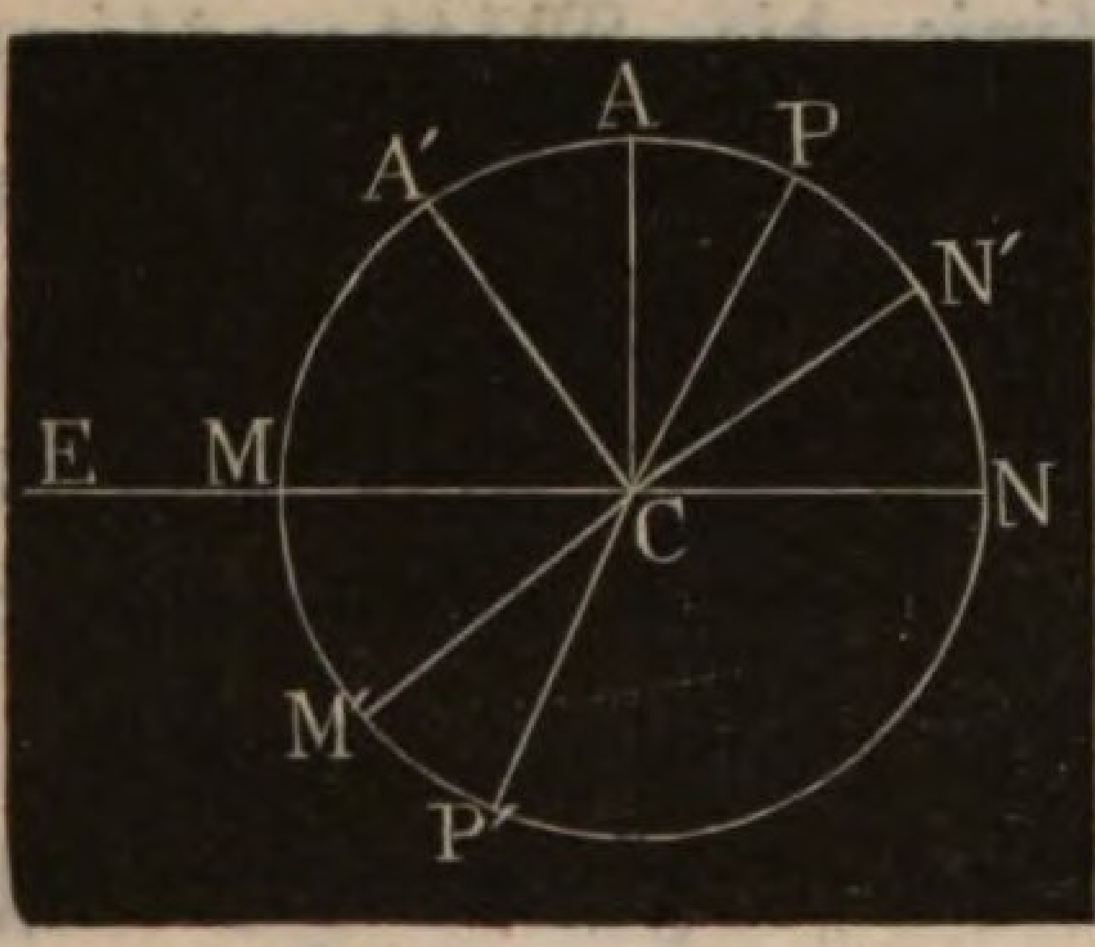
Wenn man irgend einen Punkt auf der Erde mit den beiden Polen so verbindet, daß die entstehende Linie die kürzeste Entfernung zwischen den Polen auf der Erdoberfläche angiebt, so heißt diese Linie die Mittagslinie. Fällt man auf diese eine Senkrechte, und wählt man seinen Standpunkt so, daß man den Nordpol im Angesicht hat, so heißt die Richtung rechts Osten, die links Westen. Wenn man nun mit Rücksicht auf diese Bezeichnungen den scheinbaren Lauf der Gestirne betrachtet, so kommt man zu dem Resultat, daß die Gestirne sich von Osten nach Westen

hin bewegen, wobei aber wohl im Auge behalten werden muß, daß diese Bewegung doch nur eine scheinbare ist.

Wir haben bereits früher auseinandergesetzt, was man unter dem Horizont versteht; es ist dies eine Ebene, welche die Erde an dem Punkt berührt, wo der Beobachter sich befindet. Eigentlich sollte man nur diejenigen Gestirne sehen können, welche über unserem Horizont liegen. Wenn man sich auf einen Thurm begiebt, erblickt man übrigens keine größere Zahl von Sternen, als am Fuße desselben. Dies rührt daher, weil die Höhe dieses Thurms gegen die Dimensionen des Weltgebäudes verschwindend klein ist. Gerade so ist es nun auch mit den Dimensionen der ganzen Erde gegenüber denjenigen des Himmelsgewölbes der Fall. Wir werden daher alle diejenigen Sterne zu erblicken vermögen, welche über einer Ebene liegen, die parallel der Horizontalebene ist und durch den Mittelpunkt der Erde geht.

Nach der soeben gegebenen Definition vom Horizont wird man ohne Mühe einsehen, daß er beständig seine Lage in Bezug auf die Gestirne wechseln muß, wenn der Beobachter seinen Standpunkt ändert. Wenn er sich z. B. direct in der Richtung von Nord nach Süd und zwar auf der Mittagslinie von *A* nach *A'* (Fig. 5) begiebt, so wird nun die Linie *NM*, die früher die Richtung der Horizontalen angab, in *N'M'* sich umändern, so daß also ein Gestirn *E*, welches in der Verlängerung von dieser Linie gelegen war, jetzt über dem neuen Horizont *N'M'* sich befinden

Fig. 5.



wird. Es wird also der Winkel, den der Sehstrahl nach dem Stern E mit dem Horizont $M'N'$ bildet $= ECM'$ sein. Dieser Winkel ist aber auch gleich dem Winkel ACA', denn ECA ist ein Rechter, $M'CA'$ desgleichen, zieht man von beiden ECA' ab, so bleibt $ECM' = ACA'$.

Possidonius hatte bemerkt, daß ein sehr heller Stern, den man Canopus nennt, zu Rhodus gerade im Horizont erschien; er wußte weiter, daß dieser Stern zu Alexandrien in Aegypten sich im 48sten Theil des Himmelskreises oder in $7^1/_2$ Grad Breite befand, er schloß daraus, daß Rhodus von Alexandrien, in der Richtung der Mittagslinie, um den 48sten Theil des Himmelskreises entfernt sei.

Der Griechische Philosoph zog aus dieser Beobachtung den interessanten Schluß, daß aus dem Theil des Himmelskreises, der zwischen Rhodus und Alexandrien begriffen ist, und aus der bekannten Wegentfernung zwischen diesen beiden Städten der Umfang der Erde sich bestimmen lasse. Den Abstand von Alexandrien und Rhodus schätzte man zu 5000 Stadien; diese Zahl mit 48 multiplicirt giebt den Umfang der Erde zu 240000 Stadien.

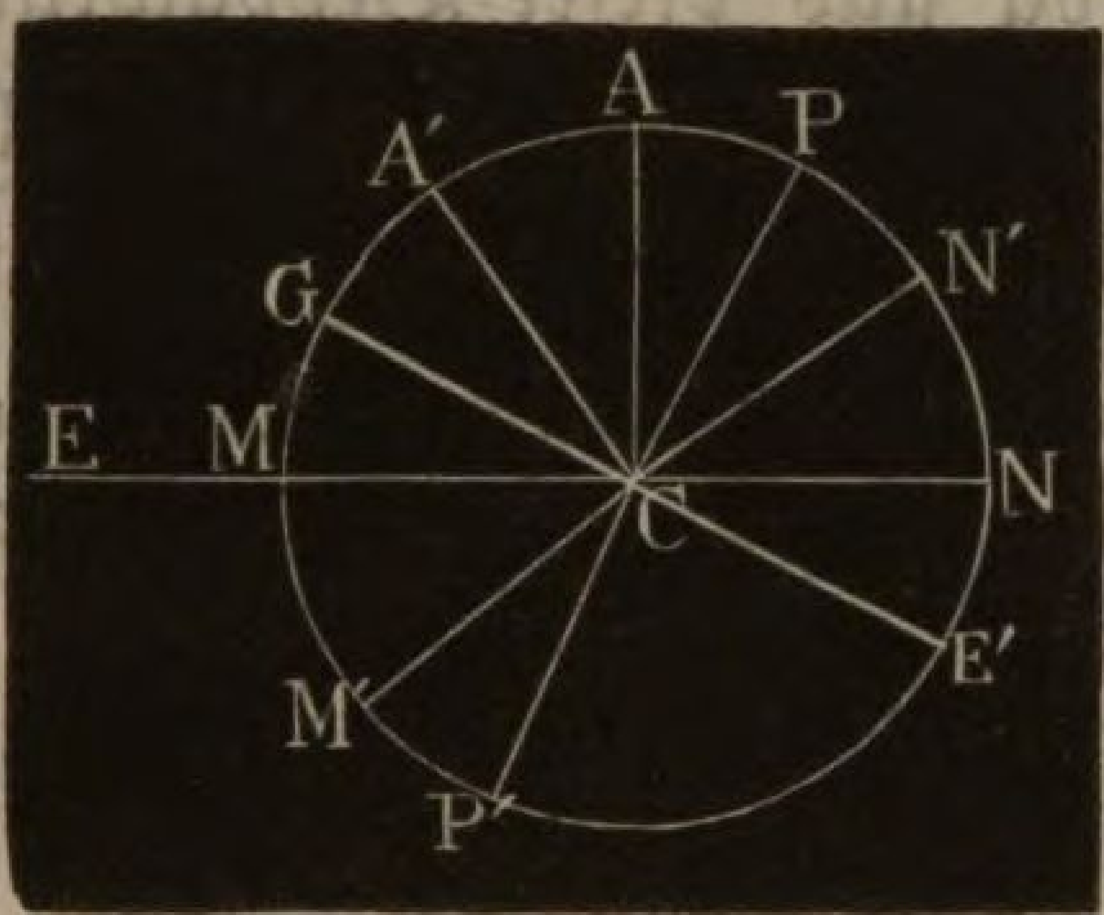
Wir sind nicht im Stande, zu beurtheilen, ob dieses Resultat richtig sei, weil uns die Länge des Stadiums, dessen Possidonius sich bediente, nicht bekannt ist. Sollte indessen die von Possidonius gefundene Zahl auch nicht weit von der Wahrheit entfernt sein, so würde dieser Umstand doch nur dem Zufall zuzuschreiben sein; denn in damaligen Zeiten war die Feldmeßkunst noch nicht so ausgebildet, daß man eine Entfernung, wie die zwischen Alexandrien und Rhodus mit Sicherheit und Genauigkeit hätte bestimmen können. Indessen ist das Princip, auf welches

Possidonius sich stützte, vollkommen richtig; man hat es auch den neueren Erdmessungen zu Grunde gelegt. Es handelt sich hierbei immer darum, zu ermitteln, in welchem Verhältniß der Bogen AA' zum ganzen Umfang steht, und dann die Wegstrecke zwischen A und A' zu messen.

Mittelst der vorstehenden Betrachtung ist man immer im Stande, die gegenseitige Lage von A und A' anzugeben, allein um ganz allgemein diese Punkte festzulegen, dazu muß man einen bestimmten Punkt auf der Erde annehmen, von welchem man ausgeht.

Legen wir also durch den Mittelpunkt C der Erde und senkrecht auf die Umdrehungsaxe PP' eine Ebene (Fig. 6), welche die Oberfläche in einem Kreis GE' schneidet. Alle Punkte dieses Kreises befinden sich in gleichem Abstand von den Polen P und P'. Man nennt diesen Kreis den Aequator. Wenn man sich in diesem aufgestellt hat, so erblickt man die beiden Pole im Horizont, und in dem Maße, in welchem man sich von diesem Kreis entfernt, um sich dem einen Pole zu nähern, entfernt man sich von dem andern. Wenn man sich also in A' (Fig. 6) befindet, so liegt der Pol P über dem Horizont und zwar um den Winkel PCN'; von A aus gesehen, nimmt dagegen dieser Winkel um NCN' zu und erlangt den Werth PCN.

Fig. 6.



Der entgegengesetzte Pol P' begiebt sich in dem eben angenommenen Falle unter den Horizont, der Winkel MCM' ist gleich dem Winkel NCN' als Scheitelwinkel.

Der Winkel, welcher die Höhe des Pols über irgend einem Horizont mißt, ist gleich dem Winkel, durch welchen die Winkelentfernung eines Ortes von dem Aequator ausgedrückt ist.

Um sich davon zu überzeugen, genügt es zu bemerken, daß die Winkel *ACN* und *GCP* (Fig. 6) Rechte sind; wenn man nun davon den gemeinschaftlichen Winkel *ACP* abzieht, so bleiben die gleichen Winkel *ACG* und *NCP*. Ebenso leuchtet ein, daß die Höhe *MCG*, in welcher die Punkte des Aequators über dem Horizont erscheinen, den Winkel *ACG* zu einem Rechten ergänzt.

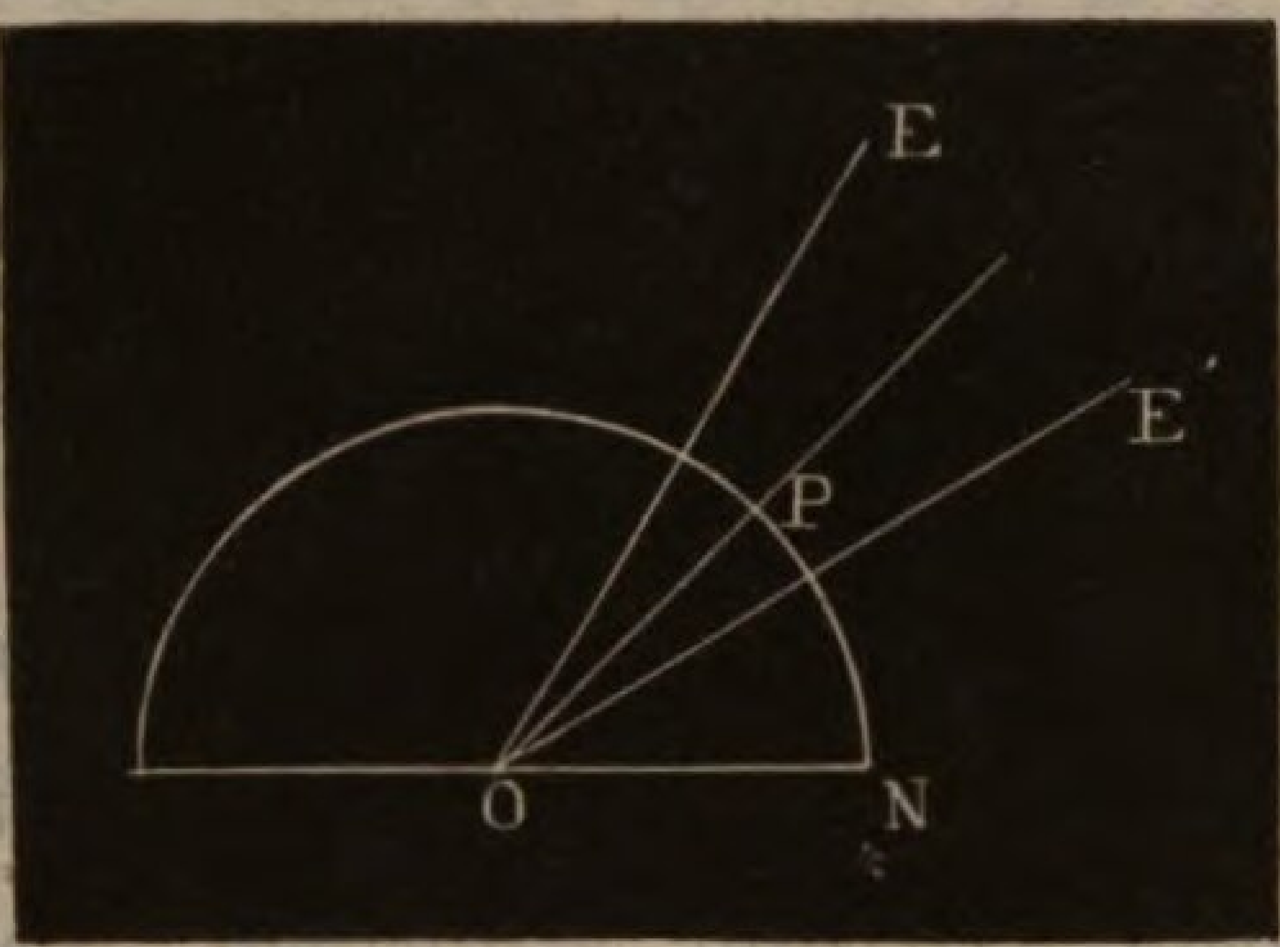
Wenn man also dahin gekommen ist, für irgend einen Punkt die Höhe des Poles über seinem Horizont festzustellen, so kennt man auch die Winkelentfernung dieses Ortes vom Aequator oder die Zahl von Bogentheilen, welche zwischen diesem Ort und dem Aequator begriffen sind.

Die Circumpolarsterne, so nennt man diejenigen Gestirne, welche nicht untergehen, d. h. nicht unter den Horizont hinabsinken, erleichtern unmittelbar diese Bestimmung.

In der That, da diese Sterne um den Himmelspol Kreise zu beschreiben scheinen, so sind sie von demselben nach allen Richtungen hin gleichweit entfernt. Sie treten ferner während der täglichen Umdrehung der Erde zweimal in die Mittagslinie (den Meridian) ein, nämlich einmal über dem Pol, das andere Mal unter demselben. Wenn man nun die Winkelelevation in jeder dieser beiden Lagen mißt und daraus das arithmetische Mittel nimmt, so hat man die Winkeldistanz des Pols.

Fig. 7 soll dies erläutern. Wenn der Stern den Meridian über dem Pol passirt, so ist sein Elevationswinkel

Fig. 7.



über dem Horizont gleich *EON*; erscheint er dagegen in *E'* unter dem Pol, so ist sein Elevationswinkel *E'ON*. Die Winkel *EOP* und *E'OP* sind gleich, der Winkel *PON* enthält das Mittel zwischen *EON* und *E'ON*, er ist demnach gleich der halben Summe dieser beiden Winkel.

Mißt man z. B. zu Paris während einer langen Winternacht die beiden Meridianhöhen des Polarsterns, so findet man,

wenn er sich über dem Pol befindet	50° 37'
» » » unter » » »	47° 05'
Die Summe beträgt	97° 42'
Das Mittel »	48° 51'

Dieses wird also die Höhe des Pols über dem Horizont von Paris oder die Entfernung dieser Stadt vom Aequator sein.

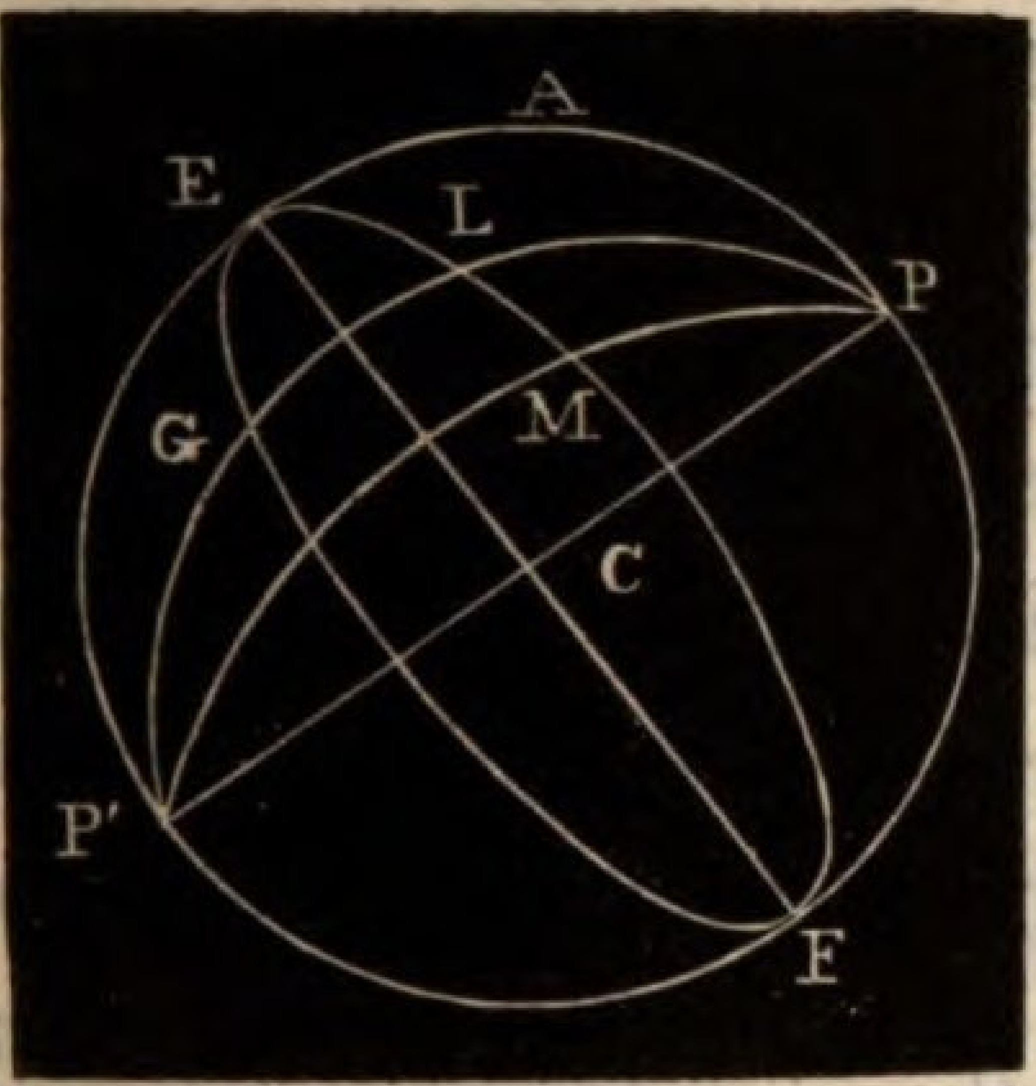
Wenn man dagegen 47° 05' von 50° 37' abzieht, so ergiebt sich die Differenz von 3° 32', die Hälfte davon beträgt 1° 46'. Dies ist also die Entfernung des Polarsterns vom Pol, der demnach, wie man sieht, nicht ganz genau im Himmelspol gelegen ist.

Die Kenntniß der Entfernung eines Ortes auf der Erde vom Aequator reicht indessen nicht aus, um die Lage dieses Ortes zu bestimmen; denn die nämliche Entfernung kommt allen denjenigen Punkten zu, welche auf demselben, dem Aequator parallelen, Kreis liegen.

Alle diese Orte lassen sich nur durch die Mittagslinie unterscheiden, die für jeden von ihnen eine andere ist. Die Bewegung der Gestirne am Himmel giebt uns dazu ein Mittel an die Hand.

Wenn man durch die Meridiane PAP', PLP', PMP' u. s. w. (Fig. 8) Ebenen legt, so schneiden sich dieselben alle in der Axe PP'. Drehen sie sich um diese Linie, so kommt eines und das nämliche Gestirn nacheinander in die Ebenen dieser Meridiane; zwischen dem Eintritt zweier Meridianebenen in dieses Gestirn verfließt nun bei der täglichen Bewegung der Erde eine Zeit, die sich zu der ganzen Umdrehungszeit verhält, wie der Winkel der beiden Meridianebenen zu vier Rechten. Mit Hülfe der Zeit ist man also im Stande, den Winkel zu bestimmen, den die Meridianebenen zweier Orte mit einander bilden.

Fig. 8.



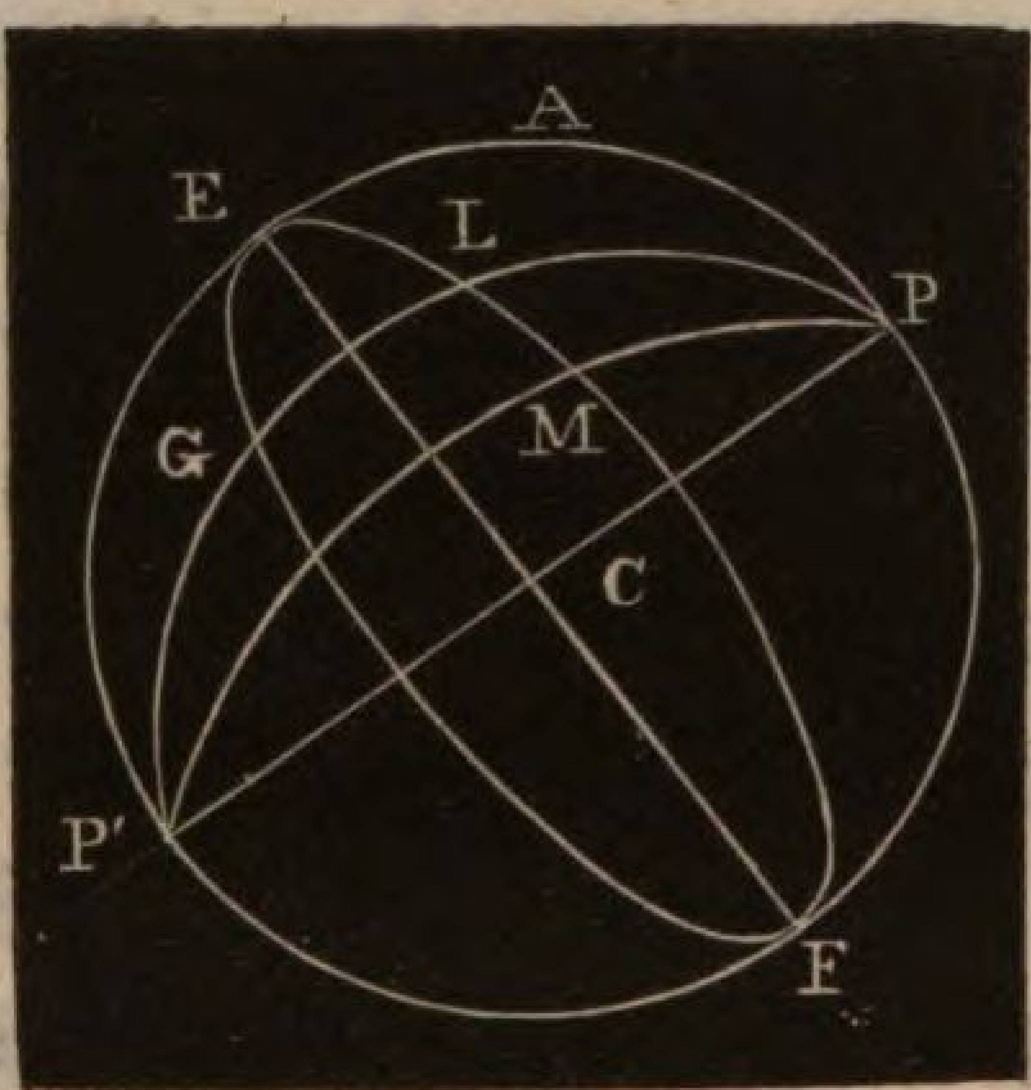
Wenn es möglich wäre, mittelst eines Signals, welches in der nämlichen Zeit an zwei, auf verschiedenen Meridianen gelegenen Orten sichtbar wäre, den Moment anzugeben, in welchem ein Stern an einem der beiden Orte in die Mittagslinie tritt, so würde man mit Hülfe einer gut regulirten Uhr auch die Zeit zu bestimmen vermögen, welche verfließt, bis der Stern in den andern Meridian gelangt.

Gesetzt, es hätten zwei Astronomen zu Paris und Dreux verabredet, an einem und demselben Tag zu beobachten, wann ein bestimmter Stern in den Meridian der

Orte eintritt, an dem sie wohnen, es würde ein Signal gegeben in dem Augenblick, in welchem dies in Paris stattfinde, man sehe es sogleich auch in Dreux. Dann werde für das nämliche Ereigniß zu Dreux signalisirt. Es sollen ungefähr vier Minuten zwischen diesen beiden Signalen verfließen. Vier Minuten sind der 360ste Theil von 24 Stunden oder der täglichen Umdrehungszeit der Erde. Daraus geht hervor, daß die Meridianebenen von Paris und Dreux einen Winkel mit einander bilden, der den 360sten Theil von vier Rechten ausmacht — das ist also genau ein Grad.

Wenn man nun auf diese Art den Winkel, den der Meridian *PLP'* des Ortes *L* (Fig. 9) mit dem Meridian *PAP'* des Ortes *A* bildet, kennen gelernt hat, so wird die Lage des Ortes *L* genau bestimmt sein, wenn man außerdem seinen Abstand *GL* vom Aequator *EGF* weiß.

Fig. 9.



Diese Distanz *GL* eines Ortes vom Aequator, gerechnet auf dem Meridian, nennt man die Breite des Ortes. Sie ist eine nördliche, wenn der Ort zwischen dem Nordpol und dem Aequator, eine südliche, wenn er auf der entgegengesetzten Halbkugel der Erde gelegen ist.

Den Winkel, welchen die beiden Meridiane *PAP'* und *PLP'* mit einander bilden und dessen Maß sich durch den Bogen *EG* ausdrückt, nennt man den Längenunterschied der Orte *A* und *L*. Er bezeichnet gleichzeitig die Länge von *L*, wenn der Halbkreis *PAP'* zugleich der erste Meridian ist, von welchem aus man angenommener Maßen die Längen zählt.

Das vorhin angegebene Mittel zur Bestimmung der Länge soll uns nur einen Begriff davon verschaffen, wie man hierbei verfahren könne. In der Praxis ist es gewöhnlich unanwendbar. Sind nämlich zwei Orte sehr weit von einander entfernt, so müßte man, wegen der Krümmung der Erde, die Signale sehr hoch anbringen, damit sie noch gesehen werden können. Die Astronomen bedienen sich zur Feststellung der Länge eines Ortes gewisser Erscheinungen am Himmel, die allgemein bekannt sind und auch überall gleichzeitig beobachtet werden können. Ganz besonders benutzt man hierzu die eigene Bewegung der Planeten; wir müssen deshalb von dieser einige Worte sagen.

Von der jährlichen Bewegung der Erde und von den Jahreszeiten.

Außer der täglichen scheinbaren Bewegung, welche die Sonne mit den Gestirnen theilt, scheint dieser Himmelskörper sich auch noch in dem Laufe eines Jahres abwechselnd dem einen oder dem andern Pol zu nähern. Ferner, wenn man sich irgend ein Gestirn merkt, welches kurze Zeit nach der Sonne unter den Horizont geht, so nimmt man wahr, daß die Zeit zwischen dem Eintritt der Sonne in den Horizont und dem Eintritt dieses Gestirns in denselben immer mehr abnimmt; bald bemerkt man das Gestirn gar nicht mehr, weil es früher unter den Horizont hinabsinkt, als die Dunkelheit eingetreten ist. Es nähert sich also die Sonne jeden Tag diesem Gestirn und schreitet in Folge dessen gegen Osten vor. Ebenso, wenn man einen Stern beobachtet, welcher früher als die Sonne aufgeht, so bemerkt man bald, daß die Zeit zwischen dem Erscheinen dieses Sterns und dem der Sonne immer mehr wächst. Dieser letztere Stern entfernt sich also immer mehr und mehr von Osten. Endlich nach 365 Tagen befinden sich die Sonne und der Stern wieder in der nämlichen relativen Lage.

Die Sonne scheint demnach zwei Bewegungen zu haben, die eine in Sinn von Süd nach Nord und von Nord

nach Süd, die andere in der Richtung von Westen nach Osten.

Diese Erscheinungen lassen sich sehr einfach erklären, wenn man der Sonne eine eigene, oder jährliche Bewegung zuschreibt, die sich in jedem Jahr wiederholt und auf einer Ebene vor sich geht, welche gegen die Erdaxe geneigt ist und abwechselnd bald dem einen, bald dem andern Pol sich nähert. Aber die Umstände bei der Bewegung der übrigen Planeten lassen sich nicht gehörig erklären, wenn man annimmt, diese Körper bewegten sich um die Erde, während bei der Unterstellung, daß die Planeten, sowie die Erde, sich um die Sonne bewegen, alle Erscheinungen im Laufe dieser Himmelskörper sich ohne Zwang erklären lassen. Diese Idee hat zuerst Copernikus in seinem Weltsystem ausgesprochen und damit alle die Schwierigkeiten überwunden, die sich Denen entgegenstellen, welche, wie Ptolemäus, von dem Grundsatz ausgingen, die Erde sei fest und um sie finde die Bewegung aller übrigen Himmelskörper statt.

Copernikus stellte also den Satz auf, daß gleichzeitig mit der Bewegung um die Axe, welche in vierundzwanzig Stunden vor sich geht, eine solche um die Sonne auf einer gegen den Aequator geneigten Ebene und zwar im Laufe eines Jahres stattfinde.

Täglich hat man Gelegenheit, eine Menge von Beispielen zu beobachten, welche darthun, daß ein Körper gleichzeitig zwei verschiedene Bewegungen haben kann.

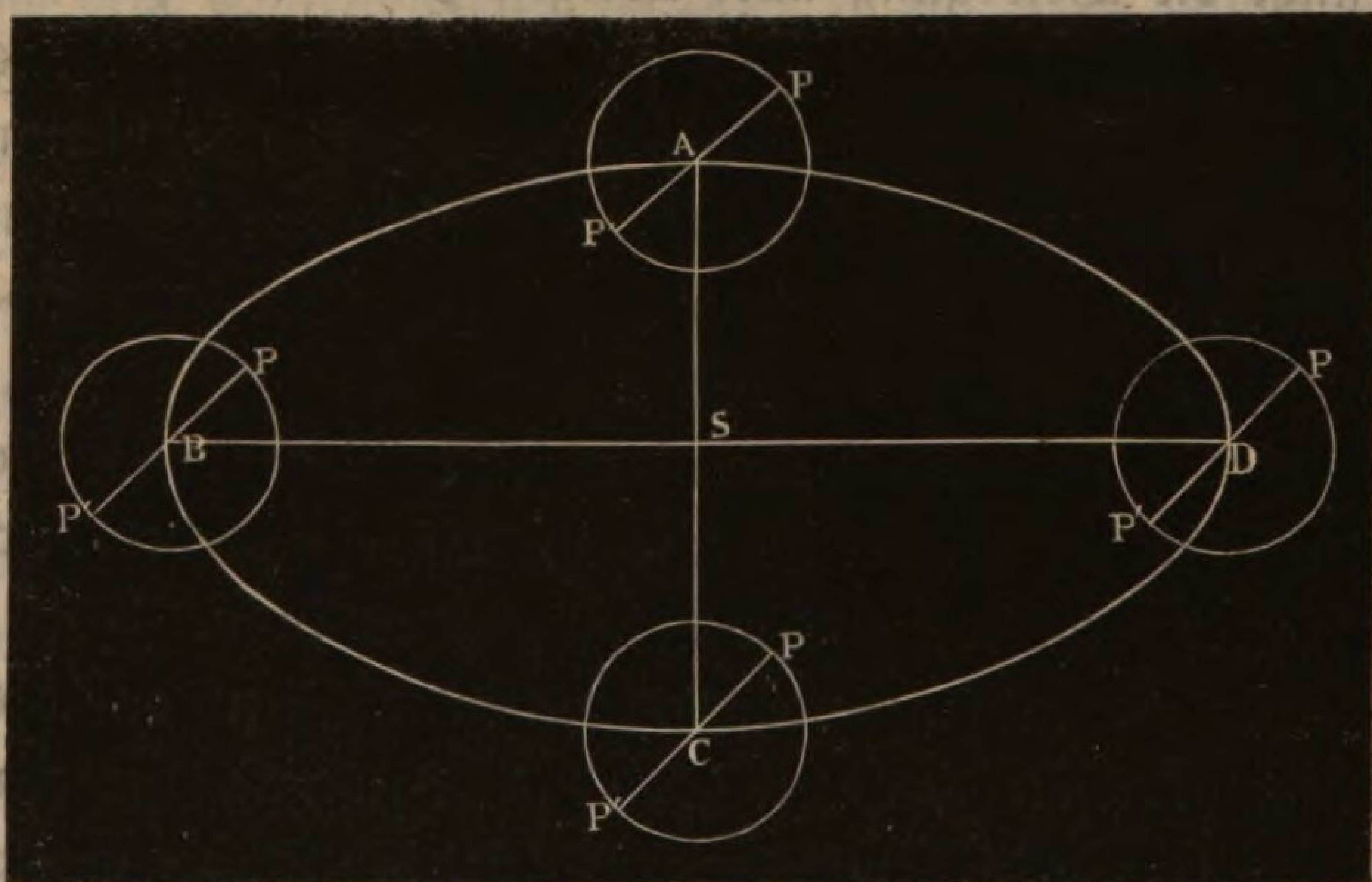
Wir wollen eines der allergewöhnlichsten anführen. Jedermann kennt den Kreisel, das Spielzeug der Knaben. Wenn dieser mit der Peitsche in Bewegung gesetzt wird, so dreht er sich einmal um den Nagel, mit welchem er durchbohrt ist (dieser Nagel bildet seine Axe), zum andern

aber rückt er auf dem Boden in krummen Linien vorwärts, deren Figur von der Art abhängt, wie man ihn antreibt. Auch eine Billardkugel, die man nicht genau in der Linie angestoßen hat, welche durch ihren Mittelpunkt geht, dreht sich fortwährend um sich selbst, während sie gleichzeitig auf dem Felde des Billards fortrollt.

Um einzusehen, wie die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne die alleinige Ursache der scheinbaren Ortsveränderung der letztern sei, machen wir vorerst darauf aufmerksam, daß die Erdaxe sich in allen Stellungen auf ihrem Weg um die Sonne parallel bleibt.

Diese Axe ist, wie schon angegeben, gegen die Ebene, in welcher der Mittelpunkt der Erde seine Bewegung um die Sonne ausführt, geneigt. Dadurch nun, daß die Axe diese Neigung immer beibehält, kommt es, daß die Enden derselben oder die Pole abwechselnd der Sonne genähert werden. In Fig. 10 stellt *PP′* die Erdaxe, *S* den Mittelpunkt

Fig. 10.

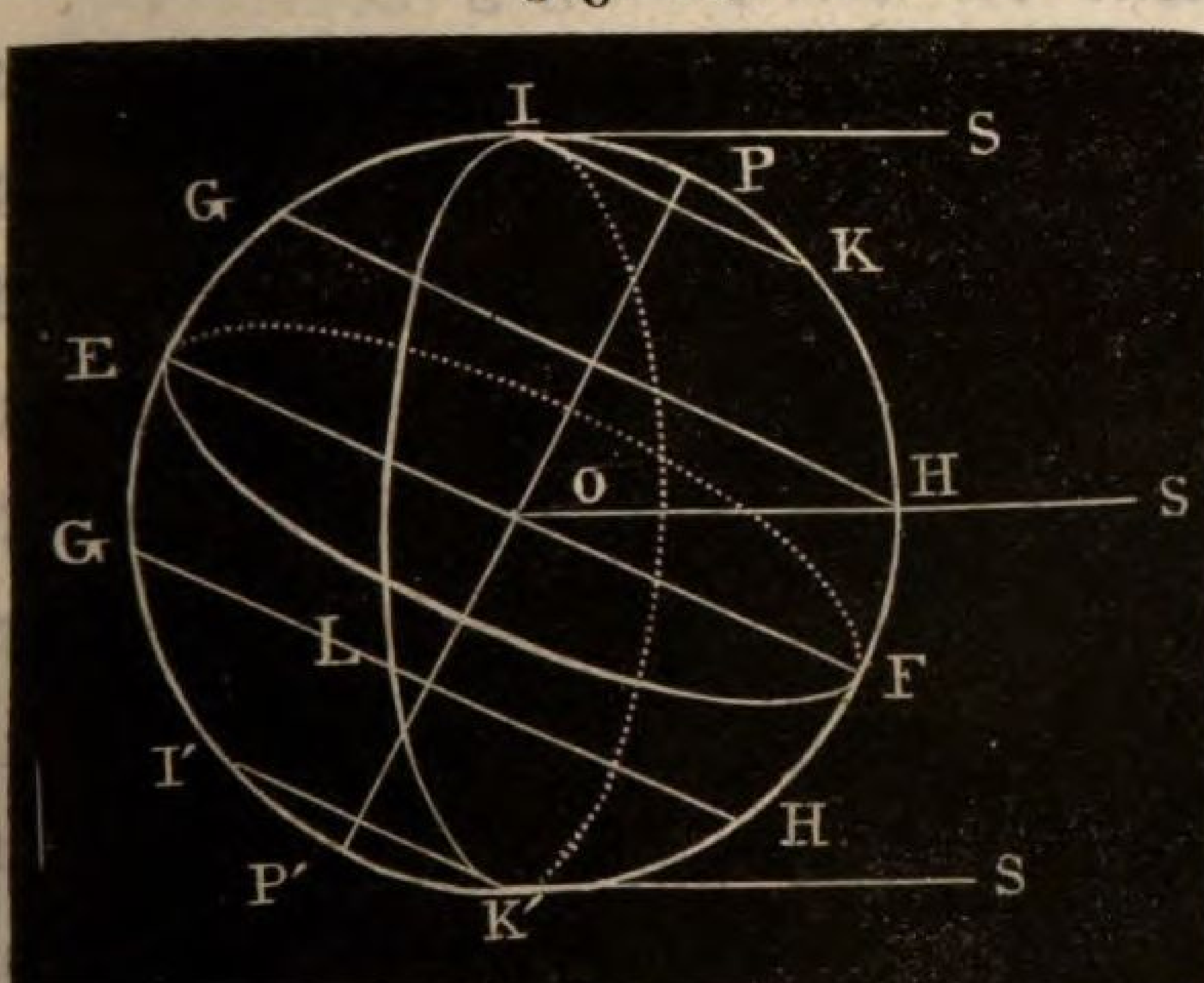


der Sonne vor. Wenn die Erde sich in *B* befindet, so ist der Pol *P* am nächsten bei der Sonne; umgekehrt, wenn

die Sonne ihre Stellung in *D* genommen hat, so ist der Pol *P* an weitesten von der Sonne entfernt. An den Zwischenstationen *A* und *C* dagegen haben beide Pole gleichen Abstand von der Sonne, es steht dann die Linie *CSA*, welche den Mittelpunkt der Sonne mit dem Mittelpunkt der Erde in *A* und *C* verbindet, senkrecht auf der Axe *PP'*. In allen übrigen Punkten der Umlaufsbahn *ABCD* wird die Erdaxe immer gegen die Sonne geneigt sein. Wie hieraus die vier Jahreszeiten hervorgehen, wollen wir nachher sehen.

Fig. 11 stellt den Fall vor, daß der Pol *P* sich der Sonne zunächst befinde. Da die Entfernung der Erde von der Sonne, verglichen mit dem Durchmesser der Erde, außerordentlich groß ist, so kann man annehmen, die Sonnenstrahlen fielen parallel mit der Linie *SO* ein, welche die Mittelpunkte der Erde und Sonne verbindet. Man bemerkt nun sogleich, daß in diesem Falle die Oberfläche der Erde in zwei Theile sich zerlegen läßt, nämlich in einen erleuchteten und einen dunkeln auf der entgegengesetzten Seite. Die Grenze der Beleuchtung bildet der größte Kreis *ILK'*, der eine senkrechte Lage gegen *SO* hat. Denn offenbar werden alle Strahlen, welche, wie *SI* und *SK'*, mit *SO* parallel einfallen, die Oberfläche der Erde in dem Kreis *ILK'* tangiren, von da aus entfernen sie sich wieder von der Erdoberfläche

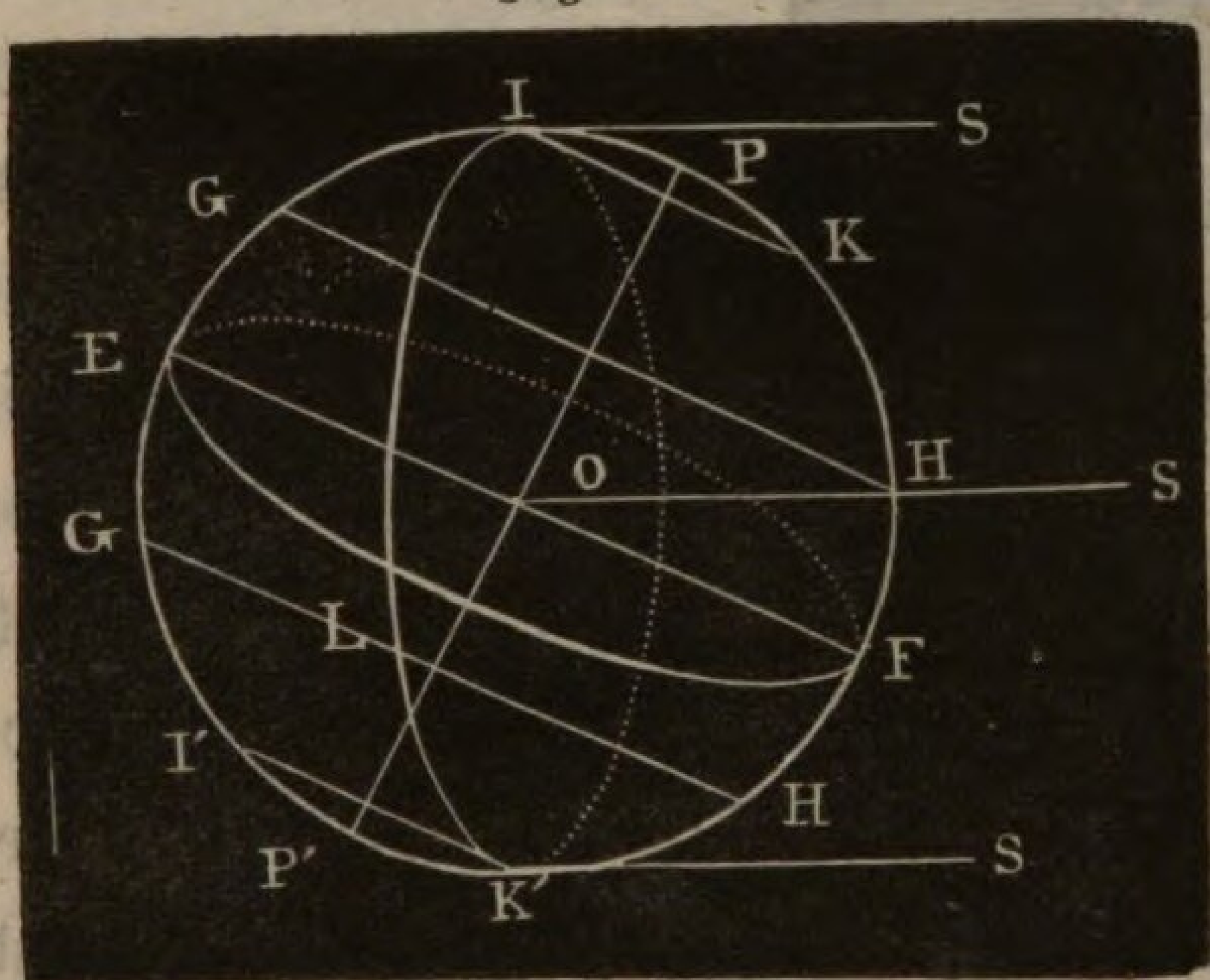
Fig. 11.



und tragen also zur Beleuchtung des hinter dem Kreis *ILK'* gelegenen Theils nichts bei.

Da der Aequator *ELF* gleichfalls ein großer Kreis ist, so wird er durch den Beleuchtungskreis *ILK'* in zwei gleiche Theile zerlegt. Die Hälfte des Aequators ist daher immer beleuchtet, es genießt also, da der Aequator sich dreht, jeder Punkt desselben während der Hälfte der Umdrehungszeit die Beleuchtung. Daher kommt es denn, daß die Orte, welche im Aequator liegen, jahrein jahraus Tag und Nacht gleich haben; man nennt aus diesem Grunde den Aequator die Linie der Tag= und Nachtgleichen (Aequinoctien), und die Gegenden, welche zunächst an den Aequator grenzen, die Aequinoctialgegenden. Alle die Kreise dagegen, welche die auf dem Bogen *PE* gelegenen Punkte beschreiben, werden durch den Beleuchtungskreis in ungleiche Theile zerlegt; in dem Maße, als sie sich näher beim Pol befinden, ist die erleuchtete Seite größer, die verdunkelte kleiner, für alle diese Punkte ist demnach der Tag länger, als die Nacht. Alle diejenigen Orte, welche oberhalb des Kreises *IK* liegen, haben gar keine Nacht, denn dieser Theil der Erdoberfläche befindet sich vollständig auf der erleuchteten Seite.

Fig. 12.



Für die andere Halbkugel *EP'F* erhalten wir gerade die entgegengesetzten Verhältnisse. Jenseits des Aequators *ELF* werden alle Parallelkreise wieder ungleich durch den

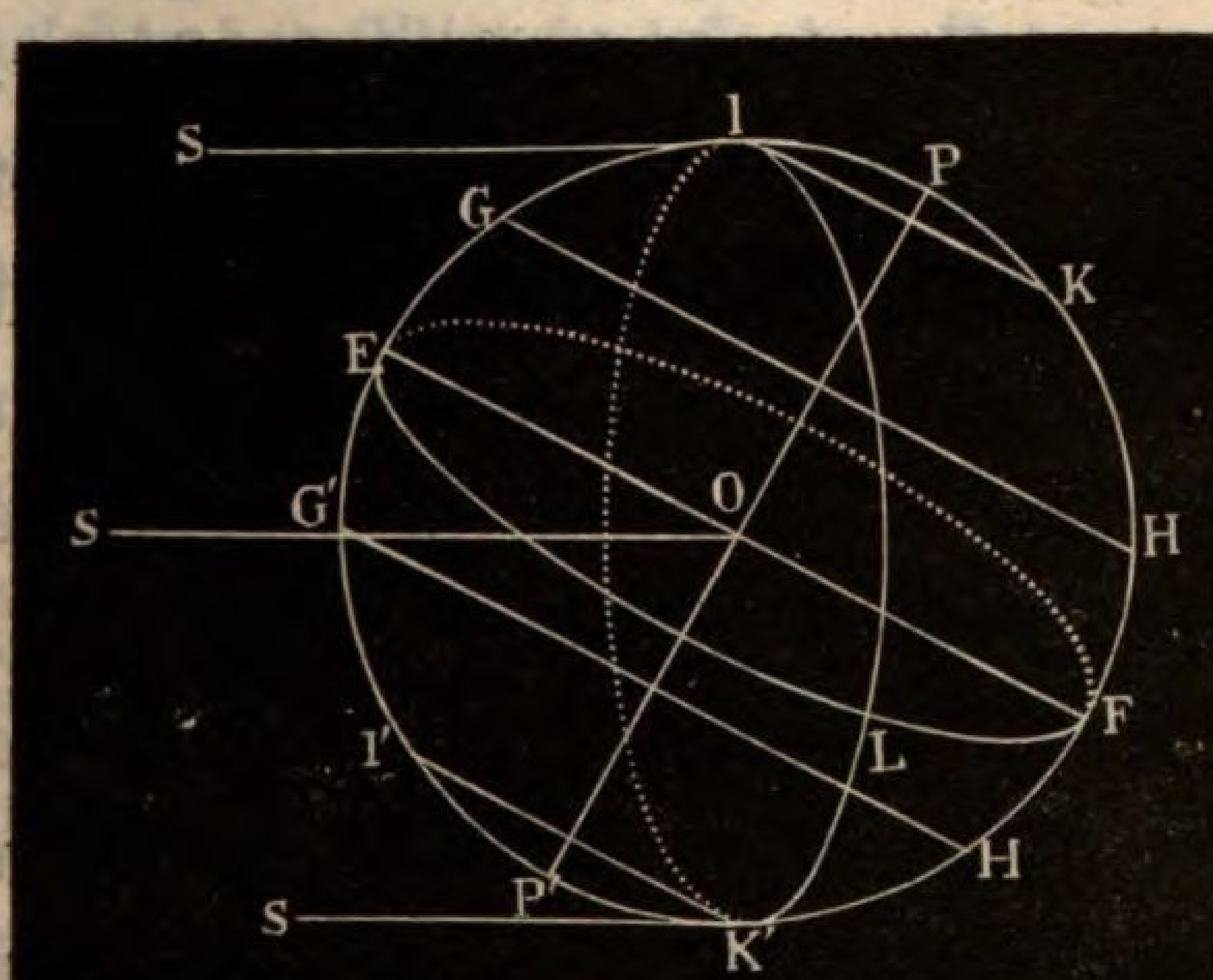
Beleuchtungskreis getheilt, allein jetzt befindet sich die größere Portion in dem dunkeln Theile der Oberfläche und die kleinere in dem hellen. Die Nacht ist länger als der Tag, und die Orte, welche unter dem Kreise *I′K′* liegen, haben gar keinen Tag, sondern nur Nacht.

Der Strahl *SO* ist gegen den Mittelpunkt der Erde gerichtet und fällt senkrecht auf ihre Oberfläche; der Punkt *H* beschreibt bei der täglichen Umdrehung der Erde einen Kreis, dessen Punkte nacheinander sämmtlich in senkrechter Richtung von den Sonnenstrahlen getroffen werden. Auf alle diejenigen Punkte, welche über oder unter dem Kreise *GH* liegen, fallen die Sonnenstrahlen schief auf.

Es folgt hieraus, daß für irgend einen Ort die Sonne in einer um so größern Höhe über dem Horizont erscheint, je näher der Parallelkreis, auf welchem dieser Ort sich befindet, dem Kreis *GH* liegt.

Die Fig. 13 stellt die Erde in der Lage dar, in welcher der Theil *OP* der Erdaxe sich am meisten von der Sonne abwendet. Für die Halbkugel *EP′F* gelten nun alle diejenigen Verhältnisse, welche vorhin für die Halbkugel *EPF* entwickelt worden sind. In ersterer sind die Tage länger als die Nächte, und alle Punkte auf dem Parallelkreis *G′H′* werden senkrecht von den Sonnenstrahlen getroffen.

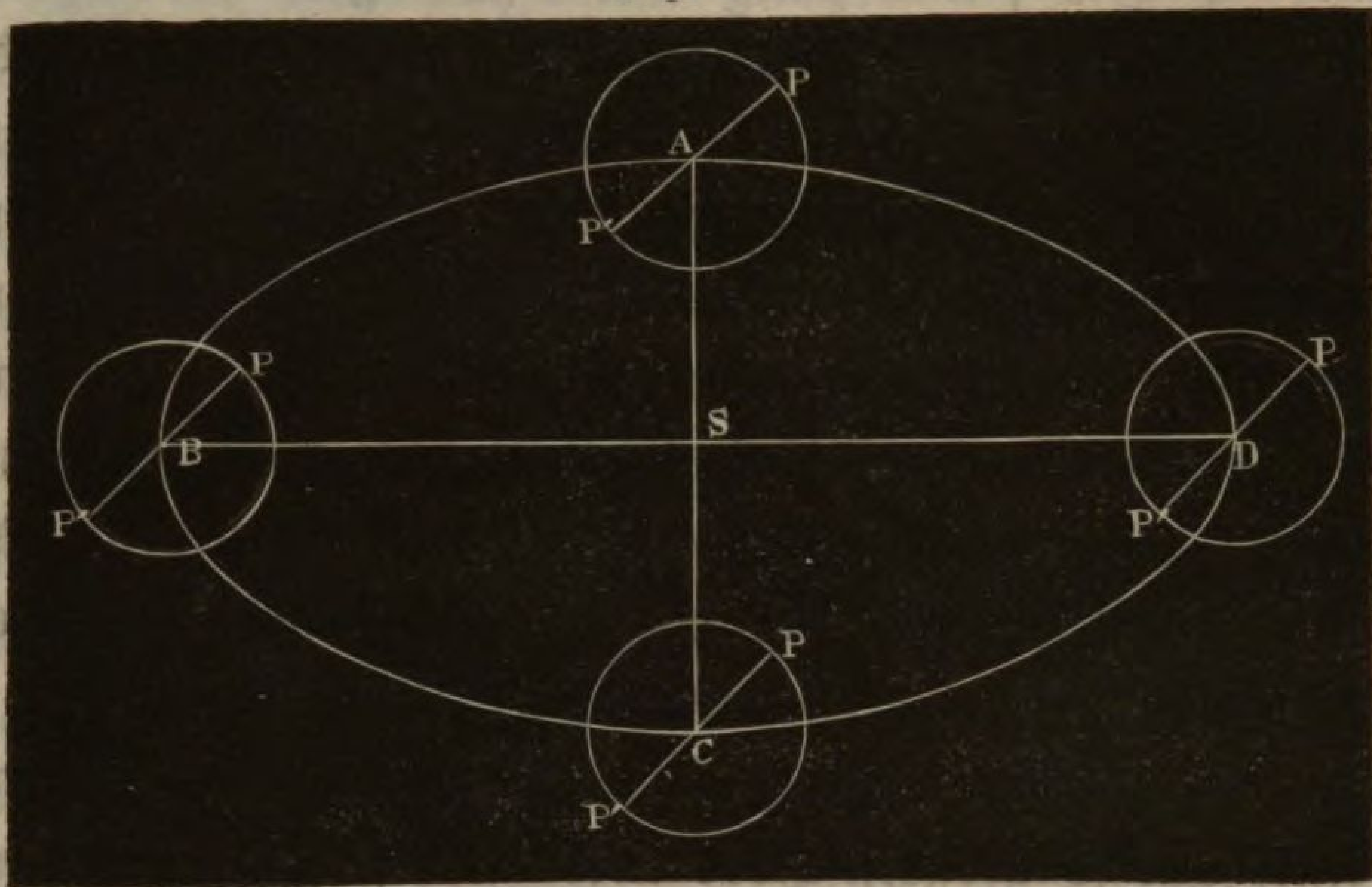
Fig. 13.



Wenn die Erde sich in *A* oder in *C* (Fig. 14, s. f. S.)

befindet, so ist der Sonnenstrahl SA oder SC senkrecht gegen die Axe PP' gerichtet, diese befindet sich dann gerade

Fig. 14.



in der Ebene des Beleuchtungskreises, welche nun nicht allein den Aequator, sondern auch alle Parallelkreise halbirt. Der beleuchtete Theil der Erdoberfläche ist also jetzt gerade so groß, als der dunkle. In dieser Lage hat der Tag und die Nacht für alle Punkte der Erdoberfläche dieselbe Länge.

Will man sich die eben angegebenen Verhältnisse recht deutlich versinnlichen, so bringe man nur ein Licht auf einen Tisch in einem dunkeln Zimmer. Dann nehme man eine Kugel von einigen Zollen Durchmesser und halte sie in gleicher Höhe mit dem Lichte in einer solchen Entfernung, daß ihre vordere Seite recht hell beleuchtet ist, während die hintere, von dem Lichte abgewendete, eben so stark im Schatten liegt. Diese Entfernung richtet sich ganz nach der Stärke des Lichtes. Die Kugel muß von einer Axe durchbohrt sein; diese bringt man in eine schiefe Lage gegen die Ebene des Tisches. Wenn man nun die Kugel in einem Kreise um das Licht herum führt, so erhält man alle die-

jenigen Erscheinungen körperlich, welche in Fig. 14 nur im Durchschnitt dargestellt werden konnten.

Setzt man die Kugel nicht einem Lichte, sondern der Sonne aus, und giebt man ihrer Axe eine solche Lage, daß ihre Verlängerung den Polarstern treffen würde, so bietet diese Kugel alle die an der Erde dargestellten Erscheinungen dar, weil ja die Axe der Kugel und die Axe der Erde einander parallel sind. Man müßte aber ein Jahr lang warten, damit die Kugel alle die verschiedenen Beleuchtungsarten, welche wir an der Erde beobachtet haben, repräsentiren könnte.

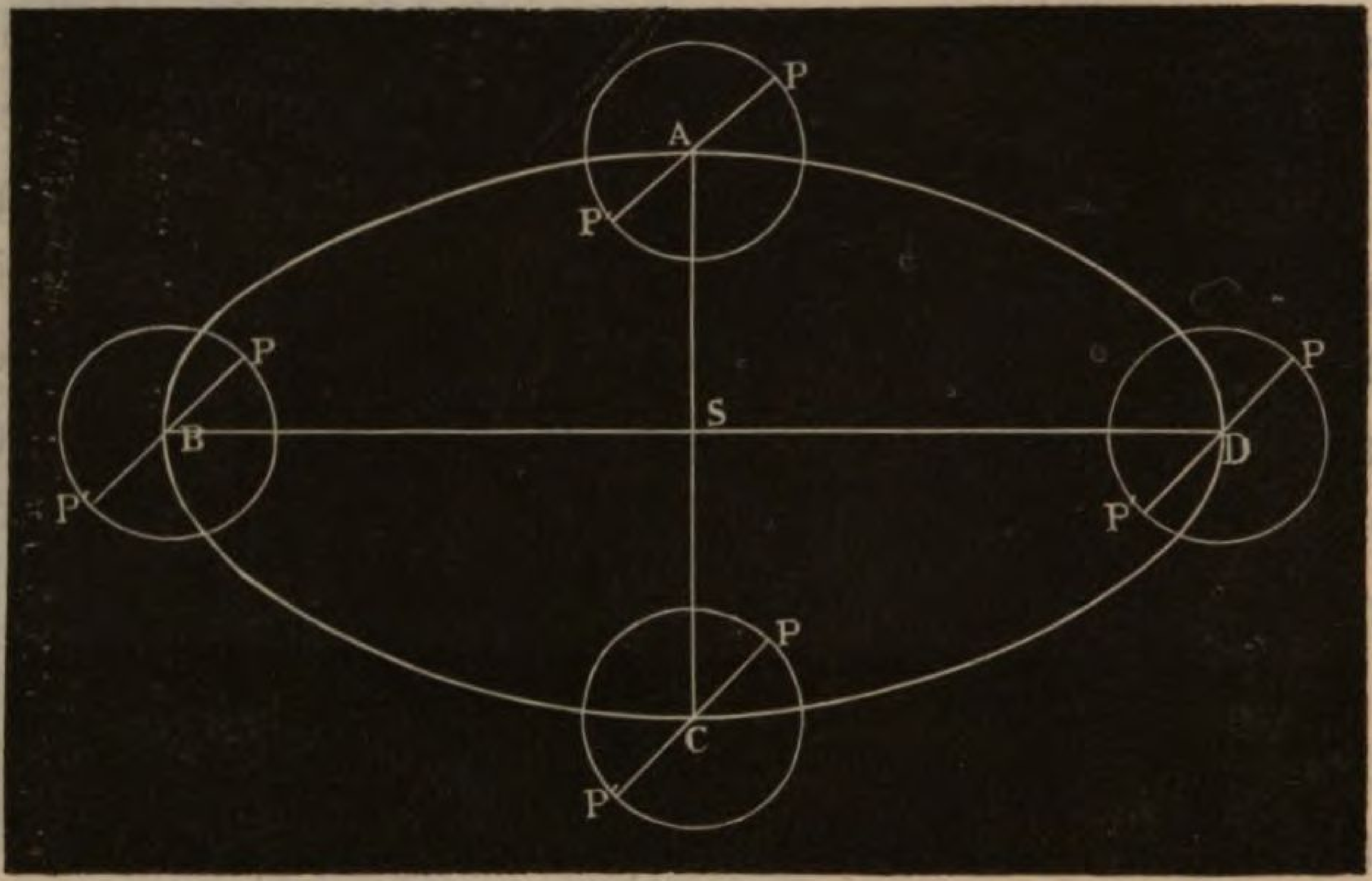
Mit einer solchen Kugel kann man auch die tägliche und jährliche Bewegung der Sonne nachahmen. Man bringt nämlich auf dem Tische eine kreisförmige Vertiefung an und setzt sie auf dieser mittelst eines Stoßes in Bewegung; gleichzeitig giebt man ihr zwischen den Fingern die Rotation um die Axe.

Die Punkte *A* und *C* (Fig. 14) und die Epochen, in welchen der Mittelpunkt der Erde an diesen Punkten anlangt, werden die Aequinoctien genannt, weil dann, wie schon bemerkt, Tag und Nacht auf der ganzen Erde gleichlang sind.

Die Zeit, welche die Erde braucht, um vom Punkt *A* aus nach dem Punkt *B* zu kommen, während gleichzeitig der Pol *P* sich immer mehr der Sonne nähert, heißt das astronomische Frühjahr für die Halbkugel *EPF*. Es scheint nämlich dann, als ob die Sonne sich immer mehr gegen den Pol erhebe; wir wissen, dies rührt daher, weil die Ebene des Aequators sich gegen die Sonne mehr und mehr neigt. Ist die Erde in *B* angelangt, so hat damit die Sonne ihre höchste Höhe nach dem Pole hin erreicht; das ist der Punkt, an welchem der Sommer der

Halbkugel *EPF* beginnt. Die Lage der Axe *PP′* ändert sich in der Nähe des Punktes *B* während einiger Tage nur

Fig. 15.



sehr unmerklich, man nennt diesen Punkt das **Sommersolstitium**. Diese Jahreszeit dauert so lange, bis die Erde im zweiten Aequinoctium *C* angekommen ist; dann beginnt der astronomische Herbst. Nachdem die Erde den Punkt *C* passirt hat, neigt sich die Axe *CP* auf die entgegengesetzte Seite von der Sonne, letztere scheint immer tiefer unter den Aequator zu sinken, bis die Erde in dem Punkte *D* angelangt ist. Nun haben wir den Winter auf der Halbkugel *EP′F*; die Erdaxe verweilt mehrere Tage beinahe genau in der nämlichen Lage; man nennt den Punkt *D* das **Wintersolstitium**. Die Dauer des Winters geht so weit, bis die Erde wieder nach *A* gekommen ist. Während dieser Zeit nähert sich der Pol *P* immer mehr der Sonne; letztere selbst scheint sich wieder dem Aequator zu nähern.

Was nun die andere Halbkugel *EP′F* anlangt, so folgen sich dort die Jahreszeiten in der entgegengesetzten Ordnung. Das Frühjahr auf ihr entspricht dem Herbst,

der Sommer dem Winter, der Herbst dem Frühjahr und der Winter dem Sommer auf der Halbkugel *EPF*.

Schon früher bezog man die Bewegungen der Sonne auf eine Reihe von Fixsternen, an welchen die Sonne vorbeigeht. Es sind deren zwölf. Der Raum, welchen die Sonne in jeder Jahreszeit zurücklegt, umfaßt deren drei. Wir wollen die Benennungen und Zeichen derselben anführen und beginnen dabei am Frühlingsäquinoctium.

♈ Widder	♉ Stier	♊ Zwillinge
♋ Krebs	♌ Löwe	♍ Jungfrau
♎ Waage	♏ Scorpion	♐ Schütze
♑ Steinbock	♒ Wassermann	♓ Fische.

Der folgende lateinische Vers erleichtert das Memoriren:
Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Man nennt sie auch die Zeichen des Thierkreises. Das Frühlingsäquinoctium entspricht dem Zeichen des Widders, das Sommersolstitium dem Zeichen des Krebses, das Herbstäquinoctium der Waage, das Wintersolstitium dem Zeichen des Steinbocks.

Die Sonne tritt in ihrer scheinbaren Bewegung, indem sie sich nach und nach jedem der beiden Pole nähert, in das Zenith aller derjenigen Punkte ein, welche zwischen den beiden Parallelkreisen *GH* und *G′H′* begriffen sind. (Fig. 12 und 13). Ueber *GH* steht sie, wie bemerkt, im Sommersolstitium, über *G′H′* im Wintersolstitium senkrecht. Diese Grenzen, an denen die Sonne auf jeder Halbkugel anzuhalten scheint, nennt man die T r o p e n, die Kreise *GH* und *G′H′* auch die W e n d e k r e i s e und bezeichnet insbesondere *GH* als Wendekreis des Krebses, *G′H′* als Wendekreis des Steinbocks.

Die Kreise IK und $I'K'$, welche die Grenze der Beleuchtung nach den beiden Polen hin bilden, heißt man die Polarkreise; man unterscheidet sie in den nördlichen und südlichen Polarkreis.

Die Polarkreise und die Wendekreise zerlegen die Oberfläche der Erde in fünf Theile, welche man Zonen nennt. Diejenigen Zonen, welche von den beiden Polarkreisen aus nach den Polen hin liegen, sind einen großen Theil des Jahres hindurch erleuchtet, in der übrigen Zeit hell — man nennt sie die kalten Zonen.

Auf die beiden Gürtel, welche zwischen den Wendekreisen und den Polarkreisen begriffen sind, fallen die Sonnenstrahlen niemals senkrecht auf. Diese beiden Zonen nennt man die gemäßigten.

Zwischen den beiden Wendekreisen liegt nun noch ein Gürtel, auf welchem jeder Punkt zweimal des Jahrs die Sonnenstrahlen in senkrechter Richtung empfängt; dieser Gürtel heißt die heiße Zone.

Die Geographen der ältern Schule hatten eine Eintheilung der Erde in Klimate auf die Dauer des Tages in Verhältniß zu derjenigen der Nacht gegründet. Das erste Klima beginnt nach ihnen am Aequator, wo Tag und Nacht das ganze Jahr hindurch die gleiche Länge von zwölf Stunden besitzen; es endigt sich an dem Parallelkreis, auf welchem der längste Tag zwölf Stunden dreißig Minuten währt. Das zweite Klima beginnt von da an und geht bis zu dem Parallelkreis, dessen längster Tag dreizehn Stunden andauert, und so wurden für jeden Unterschied in der Tageslänge von einer halben Stunde Klimate bis zum Polarkreis, dessen längster Tag gleich vierundzwanzig Stunden ist, gebildet. Von dieser Grenze aus

wird die Differenz der Klimate nach Monaten gezählt, weil jeder Pol in der Zeit von einem Solstitium zum andern ein halbes Jahr lang Tag und ebensolang Nacht hat und bei den zwischen dem Pol und dem Polarkreis gelegenen Punkten die Dauer des Tages und der Nacht zwischen einem halben Jahre und vierundzwanzig Stunden begriffen ist. Das erste Klima jenseits des Polarkreises endigt also da, wo der Tag einen Monat lang währt. So liegen demnach zwischen dem Polarkreis und dem Pole gerade sechs Klimate.

Die Ausdehnung der Zonen und Klimate ist durch die Neigung der Erdaxe gegen die Ebene der Ekliptik bestimmt. Hierunter versteht man die Ebene, auf welcher die Sonne in ihrem scheinbaren jährlichen Auf- und Absteigen sich bewegt. Man erhält die Ekliptik, wenn man durch das Wintersolstitium auf der einen und durch das Sommersolstitium auf der entgegengesetzten Halbkugel eine Ebene legt. Die Neigung der Ekliptik gegen die Ebene des Aequators wird gefunden, wenn man an irgend einem Orte die größte und kleinste Höhe der Sonne beobachtet, wenn dieselbe den Meridian passirt.

In der That, da die Sonne in ihrer jährlichen scheinbaren Bewegung sich gleichweit über und unter den Aequator begiebt, so ist der Winkel, den das Sommersolstitium mit dem Wintersolstitium bildet, als die doppelte Sonnenhöhe anzusehen. Wenn man daher die Hälfte der gemessenen Winkeldistanz nimmt, so hat man die Höhe der Sonne über dem Aequator.

Zu Paris z. B. erhebt sich die Sonne im Sommersolstitium 64° 38′ und im Wintersolstitium 17° 42′ über dem Horizont.

	64° 38′
	17° 42′
Summe	82° 20′
Hälfte davon	41° 10′

Die Höhe des Aequators über dem Horizonte von Paris beträgt also 41° 10′; nimmt man die Ergänzung zu 90°, so findet man den Abstand des Aequators vom Zenith oder die Breite von Paris; sie beträgt 48° 50′.

Zieht man aber die beiden Sonnenhöhen von einander ab

	64° 38′
	17° 42′
so bleiben	46° 56′
davon die Hälfte	23° 28′

ist der Bogen, um welchen die Sonne im Solstitium über den Aequator sich erhebt.

Das Maß für diesen Bogen ist der Winkel *FOH* (Fig. 12); durch ihn ist gleichzeitig die Schiefe der Ekliptik ausgedrückt.

Der Winkel *POH* bildet die Ergänzung zu 90° für den Winkel *FOH*, er giebt uns die Neigung der Erdaxe *OP* gegen die Ebene der Ekliptik an, seine Größe beträgt 90° — 23° 28′ = 66° 32′.

Wir müssen noch bemerken, daß der Bogen *IP*, welcher den Abstand des Polarkreises vom Pol *P* mißt, den Bogen *PH* zu 90° ergänzt. In Folge dessen ist auch *IP* = *FH* = 23° 28′. Es beträgt also die Breite aller Punkte auf dem Polarkreis 66° 32′. Auf den Wendekreisen *GH* und *G′H′* ist die Breite jedes Ortes = 23° 28′.

Aus diesen Zahlen läßt sich die Ausdehnung der verschiedenen Zonen bequem ableiten. Die kalten Zonen nehmen

auf jeder Halbkugel 23° 28′ Breite ein, die gemäßigten Zonen (begriffen zwischen den Polarkreisen und den Wendekreisen) befinden sich zwischen 66° 32′ und 23° 28′; ihre Breite ist daher = 43° 04′, die heiße Zone (begriffen zwischen den beiden Wendekreisen) hat eine Breite von 2 . 23° 28′ = 46° 56′.

Aus diesen Angaben berechnen sich nun auch mit Hülfe der Elementargeometrie die Flächenräume, welche von diesen Zonen eingenommen werden, sehr einfach. Das Verhältniß einer kalten Zone zu einer gemäßigten und zu der heißen Zone ist wie

$$83 : 519 : 796.$$

Nimmt man dagegen den Gesammtoberflächengehalt der Erde als Einheit an, so nehmen davon ein

die beiden kalten Zonen $\frac{83}{1000}$,

die beiden gemäßigten Zonen $\frac{519}{1000}$,

die heiße Zone $\frac{398}{1000}$.

Diese Verhältnisse sind indessen nicht ganz constant. Die Beobachtung sowohl, als auch die Berechnung des Einflusses, welchen die Bewegung der Planeten ausübt, haben nachgewiesen, daß die Neigung des Aequators in Bezug auf die Ekliptik in Zeit von 100 Jahren eine Verminderung von ungefähr 50″ erfährt. Doch dauert dies nicht bis in die Ewigkeit fort, es kommt einmal eine Grenze, nach welcher sich wieder eine Zunahme zeigt.

Nach der scheinbaren Bewegung der Sonne hat man zuerst die Zeit regulirt. Die Dauer des astronomischen Tages ist durch das Intervall zwischen zwei aufeinander

folgenden Durchgängen der Sonne durch den Meridian eines und desselben Ortes gegeben. Man theilt dieses Intervall in vierundzwanzig Stunden.

Unter dem tropischen Jahre versteht man das Intervall zwischen zwei Durchgängen der Sonne durch eine der beiden Tag- und Nachtgleichen oder Aequinoctien. Es umfaßt einen Zeitraum von 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten und 51 Secunden.

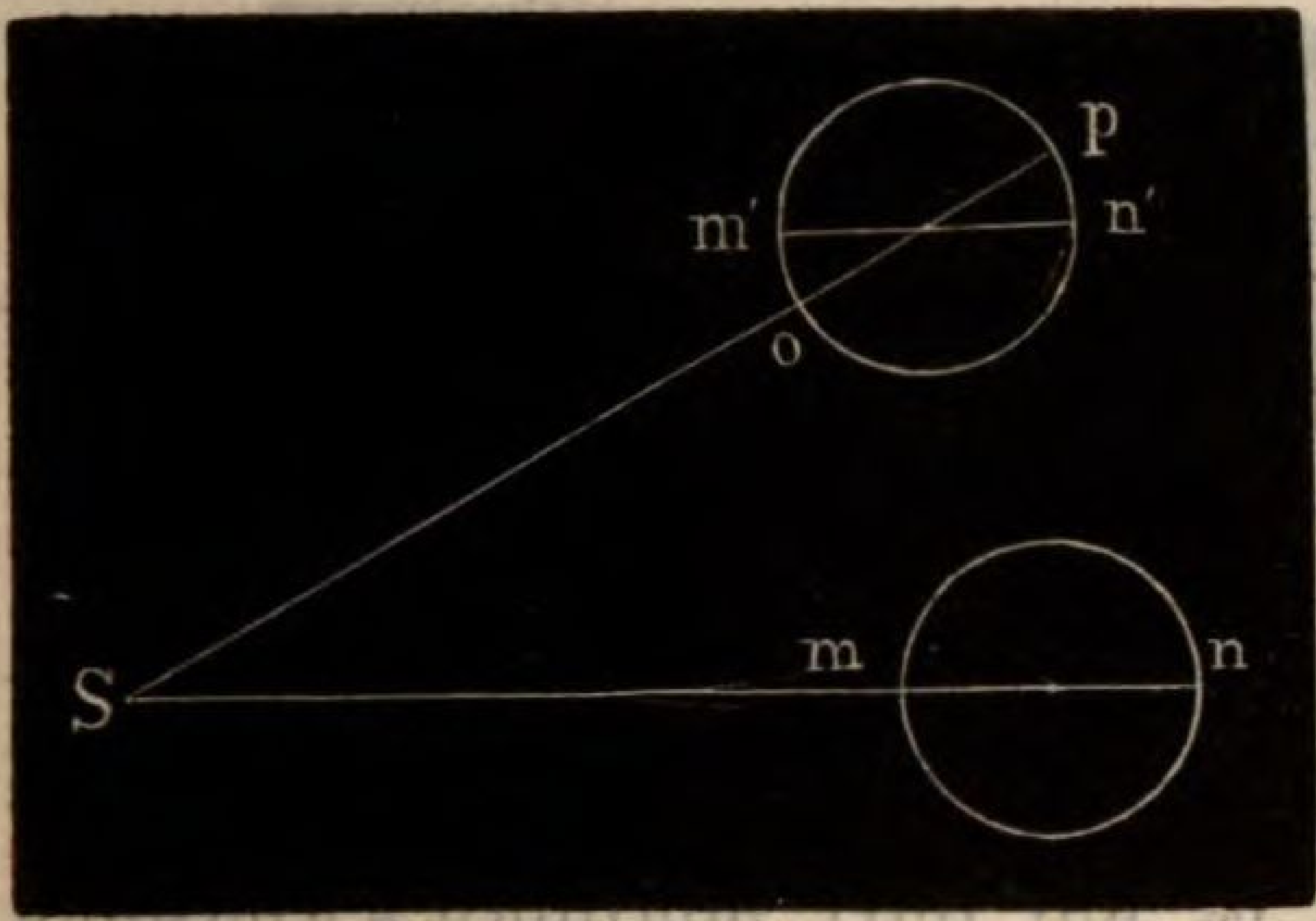
Die Lage der Aequinoctien auf der Ebene der Ekliptik hängt von der Lage der Erdaxe ab. Jene ist, in Folge einer kleinen eigenthümlichen Bewegung dieser Axe, Veränderungen unterworfen. Die Aequinoctialpunkte gehen nämlich im Laufe eines Jahres um ungefähr 50 Secunden rückwärts. Deswegen scheinen auch die Gestirne um die nämliche Größe im Sinne der Ekliptik sich voran zu bewegen. Dieser Umstand hat zur Folge, daß die jährliche Bewegung der Erde, wenn man sie auf die Gestirne bezieht, sich etwas verlängert. Man unterscheidet deshalb das syderische Jahr, dessen Dauer 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten 12 Secunden beträgt.

Die Erde braucht nicht ganz 24 Stunden, um sich um sich selbst zu drehen. Denn in diesem Zeitraum durchläuft sie, bis die Sonne in den nämlichen Meridian zurückgekehrt ist, einen Winkelraum, der gleich dem ihrer jährlichen Bewegung ist. Dabei bewegt sie sich in der entgegengesetzten Richtung ihrer täglichen Umdrehung. Das Intervall zwischen zwei Eintritten eines bestimmten Gestirns in den Meridian, wodurch die wahre Dauer der Erdumdrehung gemessen wird, ist deshalb nur = 23 Stunden 56 Minuten 4 Secunden.

Fig. 16 wird den Unterschied zwischen dem Sonnen-

tag und dem Sternentag näher veranschaulichen. Es sei *mn* der Meridian des Ortes, auf welchem wir uns befinden. Nehmen wir an, wir erblickten gleichzeitig die Sonne *S* und einen Stern in diesem Meridian. Offenbar wird ein Sternentag dann verflossen sein, wenn die Erde nach ihrer Umdrehung um die Axe eine solche Lage erhalten hat, daß der Stern wieder im Meridian *m′ n′* erscheint. Allein wenn dieser Punkt eintritt, erblicken wir diese Sonne noch nicht im Meridian; dazu muß die Erde sich noch soweit drehen, bis *m′ n′* die Stellung *op* eingenommen hat. Da ein Fixstern als unendlich von der Erde entfernt angenommen werden muß, so sind *mn* und *m′ n′* einander parallel. Befände sich die Sonne nicht in endlicher Entfernung von der Erde, so würde *m′ n′* mit *op* zusammenfallen. Daher kommt es also, daß ein Stern täglich um 4 Minuten früher im Meridian erscheint und daß deshalb das tropische Jahr einen Sternentag mehr, als Sonnentage enthält.

Fig. 16.



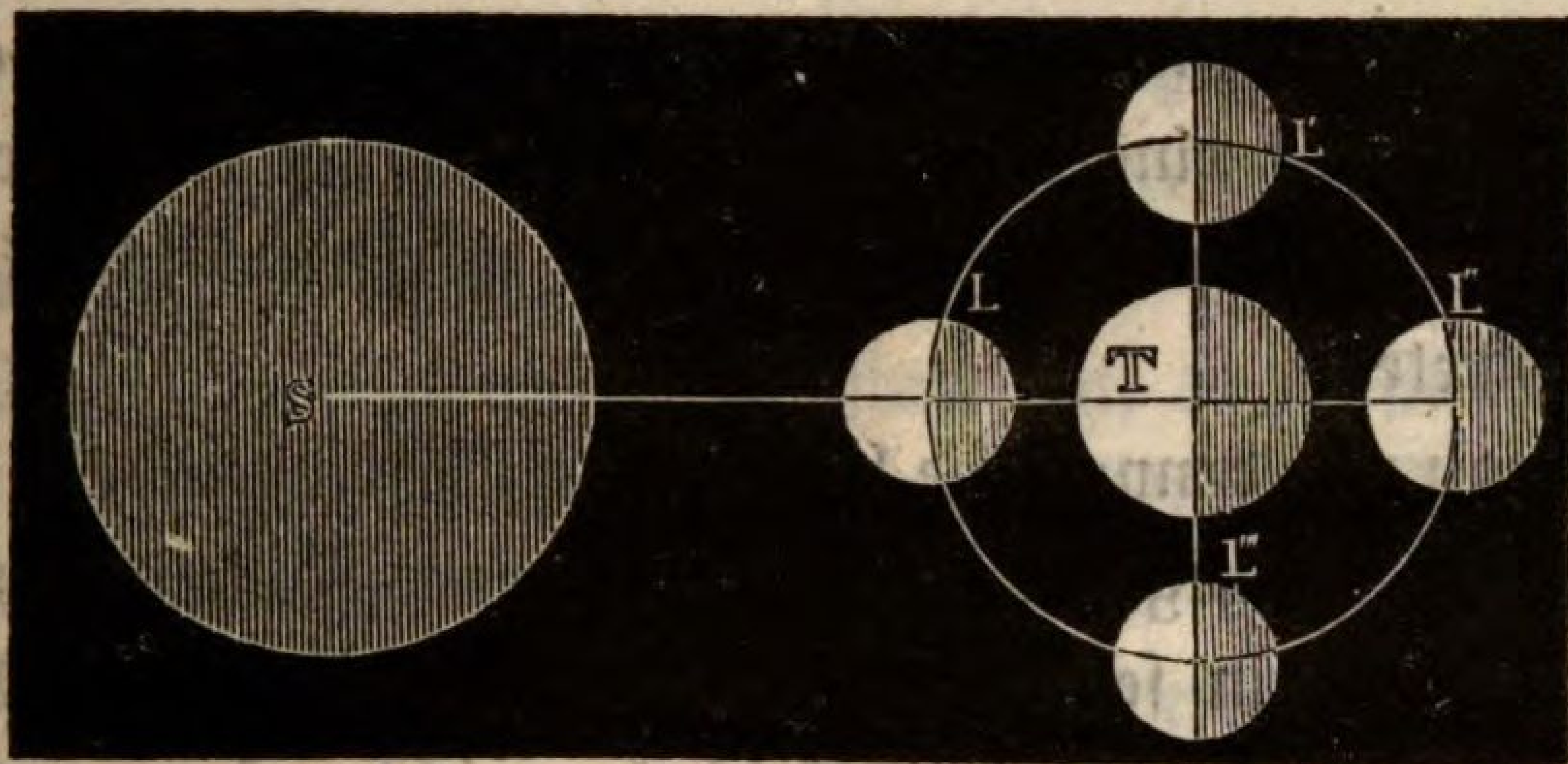
Von der Bewegung des Mondes, seinen Phasen und Finsternissen.

Man nennt den Mond den Satelliten der Erde, weil er sich um sie dreht und sie auf ihrer jährlichen Bewegung um die Sonne begleitet. Der Mond braucht 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten 12 Secunden, um, von Occident nach Orient, seine Bewegung um die Erde zu vollenden. Dieser Zeitraum gilt indessen nur mit Rücksicht auf die Punkte der Tag= und Nachtgleiche. Wenn man aber die Zeit in's Auge faßt, in welcher er sich wieder gegen die Sonne in derselben Lage befindet, so wird man finden, daß dazu 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 3 Secunden gehören; er braucht also in diesem Fall mehr Zeit, und zwar deshalb, weil gleichzeitig auch die Erde sich fortbewegt. Man nennt den letzten Umlauf den synodischen oder den Mondsmonat; dieser beginnt also dann, wenn der Mond sich direct zwischen der Erde und Sonne befindet, worunter man die sogenannte Conjunction versteht. Fig. 17 erläutert diesen Fall, *S* bedeutet die Sonne, *T* die Erde, *L* den Mond.

Während seiner Bewegung um die Erde nimmt der Mond alle möglichen Stellungen gegen die Sonne an; man nennt diese Phasen. Der Mond ist ein dunkler Körper und erhält, wie alle Planeten, sein Licht von der Sonne; wir sehen ihn also nur dann und auch nur den=

jenigen Theil desselben, welcher von der Sonne beleuchtet ist. Der Mond wird deshalb erst dann für uns sichtbar,

Fig. 17.



wenn er über den Punkt *L* hinausgekommen ist; nun beginnt er, nach der Erde hin einen Theil des erleuchteten Segmentes zu wenden, und dieses wird um so größer, je weiter er sich von der Sonne entfernt. Wenn er in *L''* angekommen ist, so befindet sich die Erde zwischen der Sonne und dem Mond; man erblickt alsdann eine volle Halbkugel des Mondes in beleuchtetem Zustand und nennt diese Lage die Opposition des Mondes.

Die Conjunction und Opposition des Mondes im Verhältniß zur Sonne heißen die Syzigien. Wenn der Mond von der Sonne um ein Viertheil seiner Umlaufsbahn entfernt ist, wie in *L'* und *L'''*, so befindet er sich in der Quadratur. Man sieht dann nur die Hälfte einer seiner Halbkugeln erleuchtet. Diese beiden Stellungen werden unterschieden nach dem ersten und letzten Viertel, je nachdem der zugerundete Theil gegen Westen oder Osten gekehrt ist.

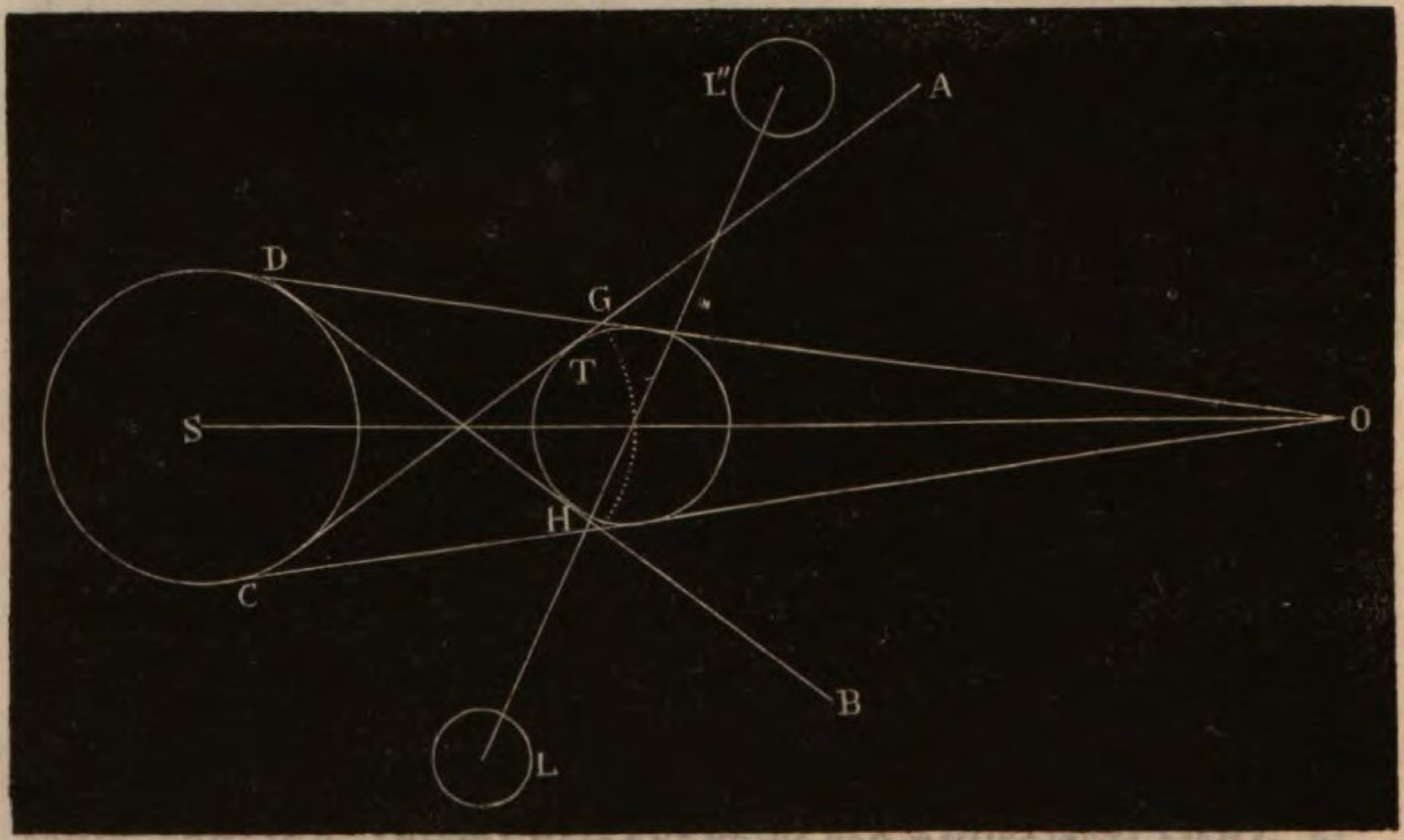
Diese Erklärung der Mondphasen scheint Anfangs einer Schwierigkeit unterworfen zu sein, die uns auf die Ursache der Finsternisse führt. Da nämlich der Erdschatten über

180000 geogr. Meilen Länge besitzt, so müßte, sollte man denken, zur Zeit der Opposition der Mond durch die Erde verdunkelt sein, und ebenso müßte zur Zeit der Conjunction die Erde im Schatten des Mondes liegen. In dem erstern Fall hatten wir eine Mond-, in dem letztern eine Sonnenfinsterniß. Zweimal in jedem Monat müßten solche Finsternisse eintreten.

Wenn nun dennoch die letzteren bei Weitem nicht so häufig und höchstens einige Male im Laufe eines Jahres eintreten, so hat dies darin seinen Grund, weil die Ebene der Mondbahn und die Ebene der Erdbahn nicht zusammenfallen, sondern einen Winkel von 5 Graden 9 Minuten mit einander bilden. Nur dann, wenn die beiden Bahnen sich schneiden, haben wir demnach Finsternisse.

Um diese Verhältnisse besser verstehen zu können, verweisen wir, mit Bezugnahme auf Fig. 17, auf die Fig. 18.

Fig. 18.



Die Linie *ST* bezeichnet die Ebene der Ekliptik, *L*, *L″* sind zwei Punkte der Mondbahn. Es ist evident, daß keine

Finsterniß stattfinden kann, wenn der Mond sich über oder unter dem Raum *DOC* befindet, bis wohin sich der Schatten erstreckt, den die Erde hinter sich wirft. Dieser Schatten ist kegelförmig, denn er wird durch die Lichtstrahlen gebildet, welche gleichzeitig die Sonne und die Erde, zwei kugelförmige Körper, berühren.

Wenn eine Mondfinsterniß statt hat, so ist sie entweder eine totale oder eine theilweise, je nachdem der Mond ganz oder nur zum Theil in den Erdschatten eintaucht. Dies hängt nun nicht allein von seiner Annäherung an die Linie *ST*, sondern auch von seiner Entfernung von der Erde ab. Der Mond kann nämlich den Erdschatten an verschiedenen Stellen des Kegels passiren, es kann also auch ein größerer oder kleinerer Theil des Schattens auf ihn fallen. Auch die Länge des Kegels *DOC* ist Veränderungen unterworfen, weil die Entfernung der Erde von der Sonne nicht immer die nämliche bleibt. Immer aber reicht der Erdschatten weit über die größte Entfernuug hinaus, welche der Mond gegen die Erde einnehmen kann; denn dieser Schatten ist dreimal größer als die Entfernung des Mondes von der Erde.

Die Strahlen, welche von einem der Sonnenränder ausgehen, streifen den entgegengesetzten Rand der Erde und grenzen dadurch einen Raum ab, von welchem aus man die Sonne nicht vollständig erblicken kann. Dieser Raum ist außerdem nur von einem Theil der von der Sonne ausgehenden Strahlen erleuchtet. Ein in diesem Raum befindlicher Körper ist deshalb weniger erhellt, als er es unter anderen Umständen sein würde. Es ist einleuchtend, daß der Kreis *T* in allen Punkten des Raums *BHGA* einen Theil des Kreises *S* verbergen wird. Wenn

man sich nun erinnert, daß T und S keine Kreisflächen, sondern Kugeln sind, so wird man auch finden, daß der Raum $BHGA$ kegelförmig wird. Man nennt ihn Halbschatten; er ist um so stärker, je näher er sich bei dem Raum DOC befindet, den man den vollen Schatten heißt. Man kann sich leicht ein Bild von dieser Erscheinung verschaffen, wenn man einen dunkeln Körper zweien Lichtern aussetzt, von denen das eine weiter von dem andern als die Breite des Körpers entfernt ist; man bemerkt hinter dem Körper den vollen Schatten (vorausgesetzt nämlich, daß keine Gegenstände in der Nähe sich befinden, die viel Licht reflectiren) und den Halbschatten, welcher um so schwächer wird, je mehr er in die Breite sich ausdehnt.

Der Mond verliert also von seinem Glanze, wenn er sich in dem Halbschatten der Erde befindet; allein diese Erscheinung ist bei den Mondfinsternissen wenig bemerkbar. Wir wollen indessen die Ursache davon hier nicht auseinandersetzen, weil uns dieses zu weit führen würde. Außerdem gehört das Detail dieser Verhältnisse, sowie die Berechnung der Mondfinsternisse der Astronomie an und wir handeln von denselben hier eigentlich nur wegen des Gebrauchs, den man zur Bestimmung der Länge eines Ortes auf der Erde von ihnen macht.

Wir haben schon gesehen, daß die Bestimmung der Länge mittelst der Zeit geschieht, welche man in einem und dem nämlichen Augenblicke an zwei verschiedenen Orten hat; man gelangt dazu durch die Beobachtung eines Ereignisses, welches nur kurze Zeit sich zuträgt und gleichzeitig an den beiden Orten bemerkt werden kann.

Die Mondfinsternisse erfüllen sehr wohl diesen Zweck. Denn wenn ein gegebener Punkt auf der Mondscheibe in

den Schatten der Erde eintaucht, so ist er gleichzeitig für alle Orte der Erde, an denen der Mond überhaupt erblickt werden kann, sichtbar. Ueberdies geben die Flecken, mit denen die Oberfläche des Mondes übersäet ist, ein treffliches Mittel zu mehreren Beobachtungen während der nämlichen Finsterniß ab. Man merkt nur genau die Zeit an, in welcher der Flecken verschwindet, oder seinen Eintritt in den Schatten (die Immersion) und die Zeit seines Austritts aus demselben (die Emersion).

Sind nun die Beobachtungen für einen Ort angestellt worden, dessen Lage bekannt ist, so giebt der Unterschied in der während des gleichzeitig eingetretenen Ereignisses beobachteten Zeit die Länge an. Stimmen, wie fast immer, die erhaltenen Resultate nicht vollständig mit einander überein, so nimmt man das Mittel aus ihnen.

So wurde, um ein Beispiel für die Berechnung der Länge zu geben, von Beauchamp am 30sten Juni 1787 zu Casbine am Caspischen Meer eine Mondfinsterniß beobachtet. Lalande benutzte sie, um die Länge von Casbine danach festzustellen. Das Ende der Finsterniß oder der totale Austritt der Mondscheibe aus dem Erdschatten fand für die wahre Zeit von

Casbine statt um	7 Uhr	45 Min.	30 Sec.	
Die Rechnung ergab für Paris	4 »	36 »	38 »	
Der Unterschied beträgt	3 »	8 »	52 »	

Wenn man ihn in Grade verwandelt (fünfzehn Grade gehen auf die Stunde, was fünfzehn Gradminuten für eine Zeitminute und fünfzehn Gradsecunden für eine Zeitsecunde ausmacht), so findet man:

für 3 Stunden	45°
8 Minuten	2°
für 52 Secunden	13′
zusammen	47° 13′.

Das wäre denn also mit Bezug auf den Meridian von Paris die Breite von Casbine, wie sie aus Beauchamp's Beobachtung hervorgeht. Indessen kann diese Bestimmung nicht ganz richtig sein; einestheils weil man keine correspondirende Beobachtung für einen bekannten Ort besitzt, zum andern, weil man nicht für einige Secunden Zeit bei der Bestimmung der Phasen einer Mondfinsterniß einstehen kann; und doch machen vier Zeitsecunden schon eine Gradminute aus. Trotz dieser Unvollkommenheit darf man doch nicht die Beobachtung der Mondfinsternisse vernachlässigen, wenn man ein Land bereist, dessen Punkte wenig bekannt sind; denn der Mittel zur Bestimmung der Länge giebt es nur wenige und alle sind mit gewissen Ungenauigkeiten behaftet.

Auch unter den Planeten, die, wie die Erde, um die Sonne sich bewegen, giebt es einige, welche Satelliten besitzen. Diese befinden sich zu Zeiten in ähnlichen Verhältnissen in Bezug auf den Hauptplanet, wie der Mond bei seinen Finsternissen zur Erde. Kann man nun ihr Verschwinden und Wiedererscheinen gleichzeitig an mehreren Orten bemerken, so hat man damit abermals ein Mittel zur Bestimmung der Länge in der Hand.

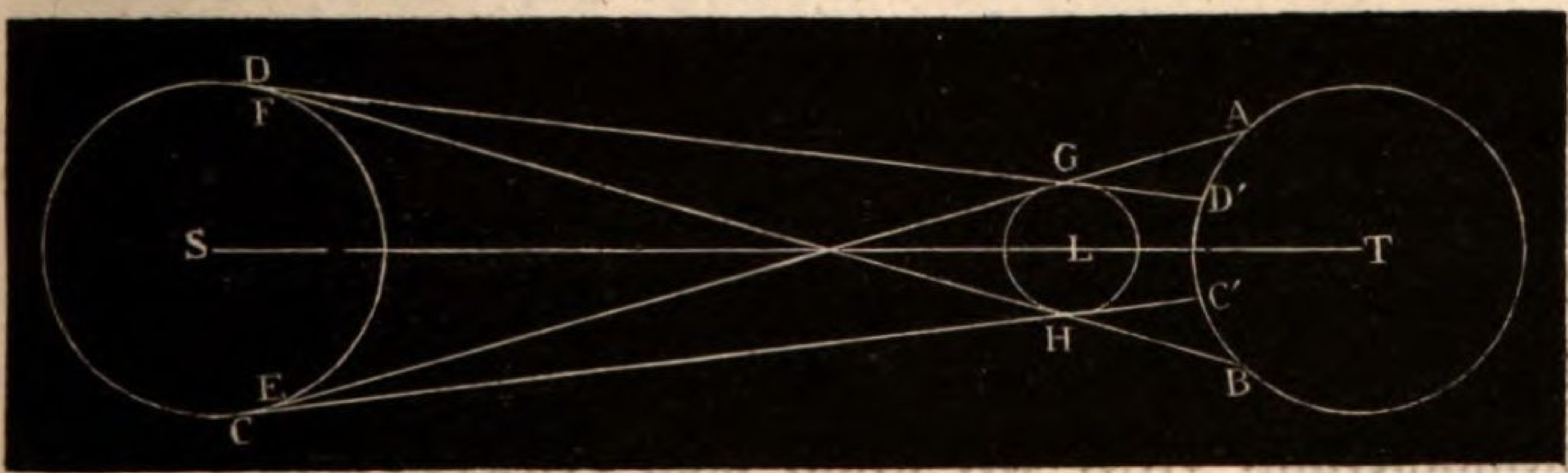
Den wichtigsten Nutzen zieht die Geographie aus der Verfinsterung der vier Satelliten des Jupiters, eines Planeten von bedeutender Größe und von sehr hellem Glanze. Für diese Verfinsterungen sind Tafeln berechnet worden, welche sie mit großer Präcision im Voraus angeben.

Auch die Sonnenfinsternisse dienen zur Bestimmung der Längen; indessen ist die Rechnung hier nicht so einfach, wie bei den Mondfinsternissen, sie kann nur von Solchen ausgeführt werden, welche sehr in der Astronomie bewandert sind.

Die Schwierigkeit der Rechnung rührt daher, weil die relative Stellung der Sonne und des Mondes für die verschiedenen Orte der Erde, wo man in der nämlichen Zeit diese beiden Himmelskörper bemerkt, nicht dieselbe ist. Die Erde tritt nur nach und nach in den Schatten des Mondes, und da dieselbe eine beträchtliche Größe im Verhältniß zum Monde besitzt, so können größere Partien der Erde nicht in diesen Schatten fallen, während andere davon bedeckt sind. Daher rührt es denn, daß für jeden Ort der Erde die Sonnenfinsterniß eine andere ist.

Der Schatten, welchen der Mond auf die Erde wirft, wechselt in jedem Augenblick in Folge der relativen Bewegung von Erde und Mond seinen Ort; je nachdem letzterer mehr oder weniger von der Erde entfernt ist, wird eine größere oder kleinere Fläche Landes beschattet. Man bemerkt in der That (Fig. 19), daß die Lichtstrahlen *C′C*, *D′D*,

Fig. 19.

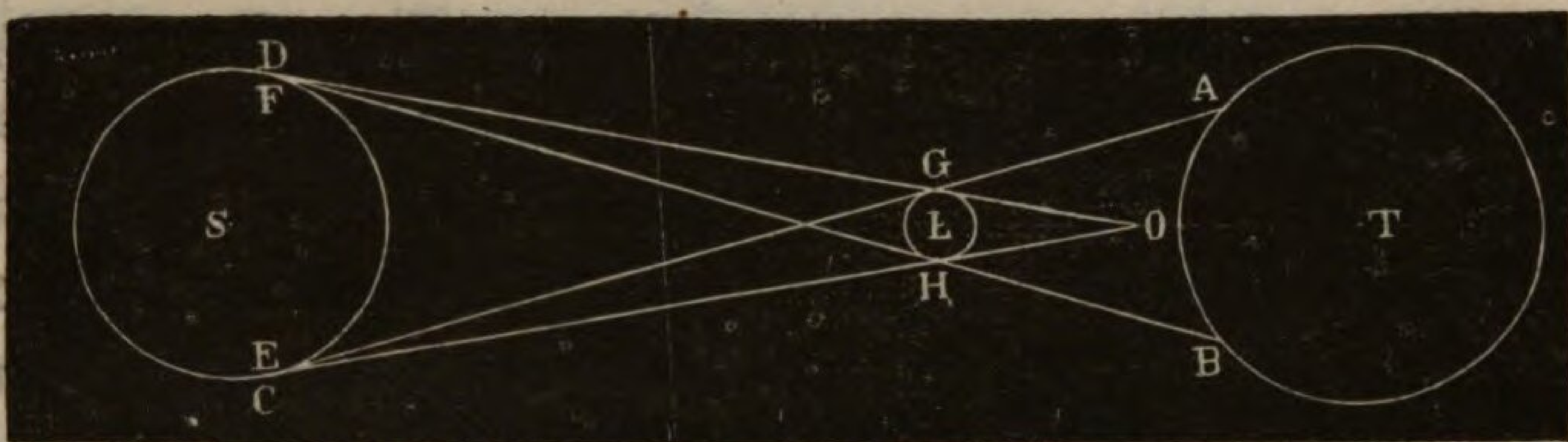


welche gleichzeitig die Sonnen- und Mondscheibe streifen, um so weniger dazu kommen, sich auf der Erdoberfläche zu vereinigen, je weiter die Kugeln *L* und *T* von einander entfernt sind.

Der Raum $C'D'$ ist vollständig des Sonnenlichtes beraubt; aber auch außerhalb $C'D'$ sieht man die Sonne nicht vollständig, weil man sich hier im Halbschatten $BHGA$ befindet. So sind also die Umstände bei einer Sonnenfinsterniß, wenn der Mond sich in einer solchen Entfernung von der Erde hält, daß sein scheinbarer Durchmesser den der Sonne übertrifft. Für die Punkte der Erde, welche auf der Linie SL, welche den Mittelpunkt der Sonne mit dem des Mondes vereinigt, liegen, ist die Finsterniß eine centrale.

Wenn der Mond weiter von der Erde entfernt und sein scheinbarer Durchmesser kleiner als derjenige der Sonne ist, so kann er nicht ganz die Scheibe derselben bedecken. Der Scheitel O des kegelförmigen Schattens (Fig. 20)

Fig. 20.



erreicht in diesem Falle die Oberfläche der Erde nicht, selbst nicht im Punkt auf der Linie SL, die den Mittelpunkt der Sonne und des Mondes verbindet. Die Sehstrahlen streifen den Rand des letztern und lassen außerhalb desselben einen Raum auf der Oberfläche der Sonne frei, der einen lichten Ring um den dunkeln Körper des Mondes bildet. Sonnenfinsternisse dieser Art nennt man ringförmige.

Um eine Sonnenfinsterniß zur Berechnung der Längen zu benutzen, muß man von mehreren Phasen den Anfang und das Ende bestimmen und daraus das Mittel ableiten.

Dann nimmt man astronomische Tafeln zur Hülfe, die eigens dazu angefertigt sind, um die bezügliche Lage der Linien festzustellen, welche vom Mittelpunkt der Sonne und des Mondes während einer Finsterniß durchlaufen worden. Wenn man nun die Stunde weiß, welche im nämlichen Augenblick für einen gegebenen Ort stattfand, so kann man aus dem Unterschied der Zeiten den der Längen ableiten.

Häufig kommt es vor, daß der Mond Sterne verfinstert; man nennt dies Occultation. Dieser Moment kann mit Zuhülfenahme von astronomischen Tafeln, in welchen diese Erscheinung voraus angezeigt ist, dazu benutzt werden, um die Längen zu ermitteln.

Alle die eben angegebenen Verfahren zur Bestimmung der geographischen Länge laufen also darauf hinaus, die Zeit anzumerken, wann ein gewisses Gestirn eine auffallende Erscheinung darbietet, die an mehreren Orten zugleich beobachtet werden kann, und dann aus dem Unterschied der Zeiten auf den Unterschied der Längen zwischen diesen Orten zu schließen. Man sieht nun leicht ein, daß dieses Gestirn im Verhältniß zur Erde eine hinlänglich rasche Bewegung haben muß, damit seine Stellung zu anderen Gestirnen, welche zur Vergleichung dienen können, in dem Zeitraum von 24 Stunden rasch wechsele. Der Mond ist hierzu ganz vorzüglich geeignet, weil er im Laufe eines Tages einen Weg von ungefähr 13 Graden zurücklegt; eine einzige Gradminute seines Weges entspricht ungefähr 2 Minuten Zeit oder 30 Gradminuten Länge.

Von den Verbesserungen, welche an den Beobachtungen anzubringen sind.

In den vorhergehenden Abschnitten haben wir die Mittel abgehandelt, welche die Astronomie der Geographie bietet, um die gegenseitige Lage von verschiedenen Punkten auf der Erdoberfläche bezüglich ihrer Länge und Breite festzustellen. Es ist nun hier durchaus nöthig, daß man bei den Beobachtungen mit der größten Genauigkeit verfahre, wenn man ein richtiges Resultat erzielen will. Die vorzüglichen Instrumente, welche gegenwärtig in fast allen Hauptstädten Europas von den Mechanikern angefertigt werden, gestatten in der That einen außerordentlichen Grad der Genauigkeit für die Beobachtungen. Doch können selbst mit den besten Instrumenten nicht alle Fehler vermieden werden, welche sich in den Observationen einschleichen. Es ist Sache der Rechnung, diese Fehler zu entfernen. Wir haben bisher aus dem Grunde noch nicht von ihnen gehandelt, weil wir sonst die Betrachtung zu sehr verwickelt hätten. Nachdem wir aber jetzt die Hauptgrundsätze festgestellt haben, müssen wir doch zu den Verbesserungen, welche an den Beobachtungen anzubringen sind, übergehen.

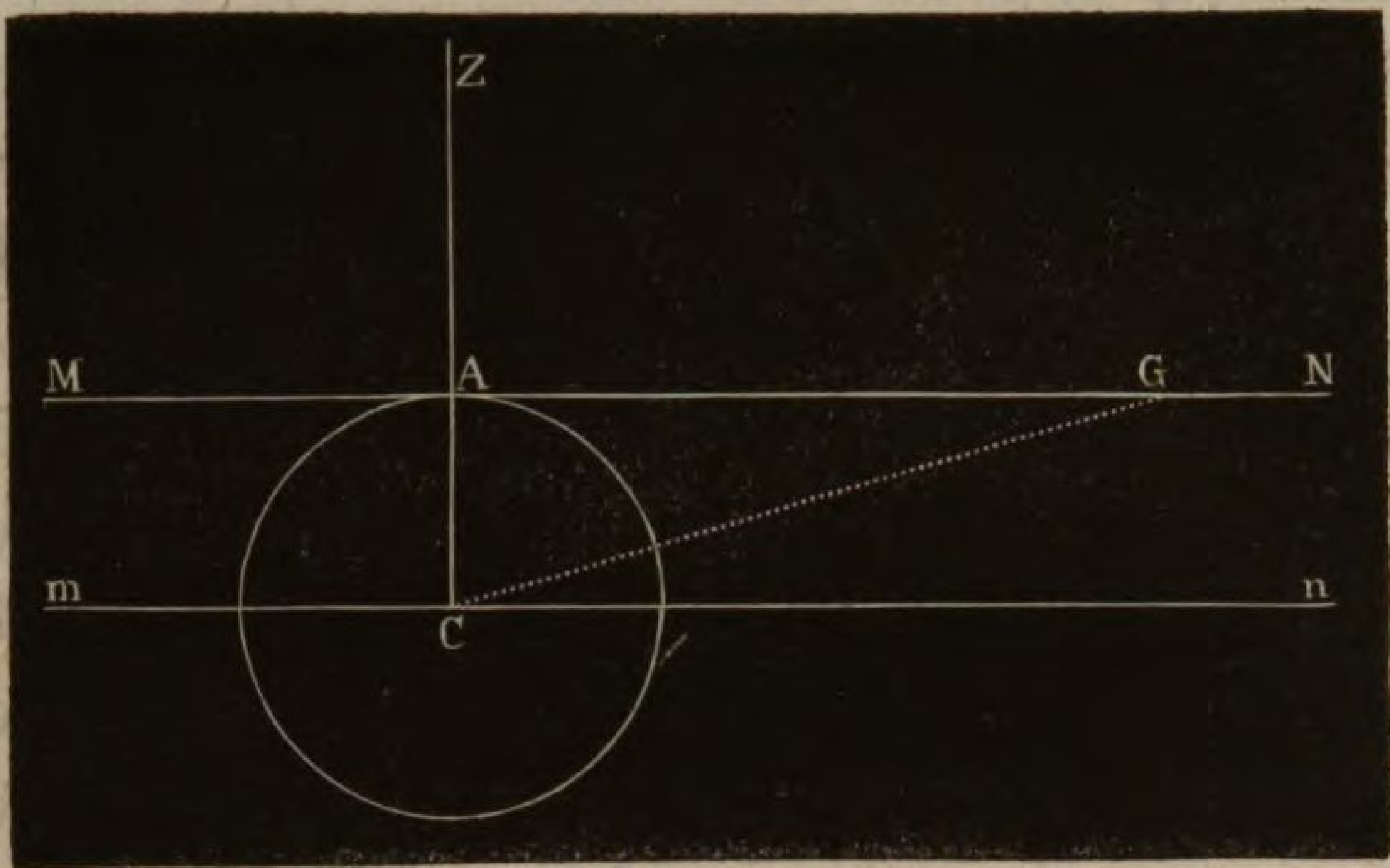
Es ist bekannt, daß ein Lichtstrahl, welcher aus einem dünneren in ein dichteres Mittel übergeht, eine Ablenkung

von seiner ursprünglichen Bahn erleidet, er nähert sich dem Einfallslothe, d. i. der Senkrechten, welche man sich auf die Oberfläche des zu durchdringenden Mittels gezogen denkt. Dieser Umstand hat nun zur Folge, daß man die Gestirne nicht an der wahren Stelle erblickt, an der sie sich befinden. Die Sehlinie, in welcher wir sie wahrnehmen, erhebt dieselben um so mehr über den Horizont, je näher sie sich an demselben befinden. Außerdem hängt diese Erhebung auch von der Beschaffenheit der Luft im Momente der Beobachtung ab. Man muß nun die Größe der scheinbaren Erhebung für jeden Grad Höhe über dem Horizont kennen, um sie von den beobachteten Höhen, welche immer größer, als die wahren Höhen sind, abzuziehen — den einzigen Fall ausgenommen, wenn das Gestirn im Zenith steht, weil alsdann die Lichtstrahlen, die von diesem Gestirn ausgehen, keine Brechung erleiden.

Es ist bereits an einem andern Orte bemerkt worden, daß die Beobachtung der Höhen immer in Beziehung auf den Mittelpunkt der Erde stattfindet. Dabei nimmt man an, die Lichtstrahlen fielen sämmtlich parallel ein. Da der Durchmesser der Erde gar nicht in Betracht kommen kann gegen die ungeheuren Entfernungen der Fixsterne, so kann man den Winkel *AGC* (Fig. 21 a. f. S.) vernachlässigen. Die Linien *AG* und *GC* fallen nämlich dann zusammen; allein die Planeten befinden sich so nahe bei der Erde, daß man, wenn es sich um ein genaues Resultat handelt, diesen Winkel mit in Rechnung ziehen muß. Wird der Höhenwinkel eines Gestirns in *A* anstatt in *C* gemessen, so findet man natürlich diese Höhe kleiner, als sie es, bezogen auf den Mittelpunkt der Erde, sein müßte. So zum Beispiel sieht man von *A* aus das Gestirn *G* im Horizont, während

es von C aus gesehen, den Winkel GCn mit dem Horizont

Fig. 21.



Cn bildet; dieser Winkel ist gleich dem Winkel AGC, weil MN und mn parallel sind.

Den Winkel AGC nun, der, wie man sieht, die Richtung hat, nach welcher ein Gestirn vom Mittelpunkt der Erde und von einem Punkt seiner Oberfläche ausgesehen wird, nennt man die Parallaxe. Ihre Größe wechselt mit der Höhe des Gestirns und ist gleich Null im Zenith, weil dann der Mittelpunkt C der Erde, der Ort A und das Gestirn sich auf einer und derselben Linie CZ befinden; ihren größten Werth dagegen erreicht sie, wenn das Gestirn im Horizont steht. Für die Sonne kann sie bis zu 8″,6 ansteigen, für den Mond schwankt die Parallaxe zwischen 54′ und 62′, je nach seiner Entfernung von der Erde. Die genaue Bestimmung des parallaktischen Winkels hat darauf geführt, die absolute Größe der Sonne und des Monds kennen zu lernen; hiernach hat man denn nach dem Kepler'schen Gesetz die Größe der übrigen Planeten berechnet.

Die Parallaxe hat einen entgegengesetzten Einfluß, wie die Refraction; man muß sie zu der beobachteten Höhe

hinzufügen, um diese auf den Mittelpunkt der Erde bezogen zu haben.

Wenn man ein Gestirn, wie die Sonne oder den Mond beobachtet, welches einen bedeutenden scheinbaren Durchmesser besitzt, so geht man bei der Messung der Winkel immer von einem der Ränder aus und man muß nun, je nach Umständen, den halben Durchmesser von der beobachteten Höhe entweder abziehen oder derselben zusetzen, weil auf den Mittelpunkt alle Dimensionen bezogen werden.

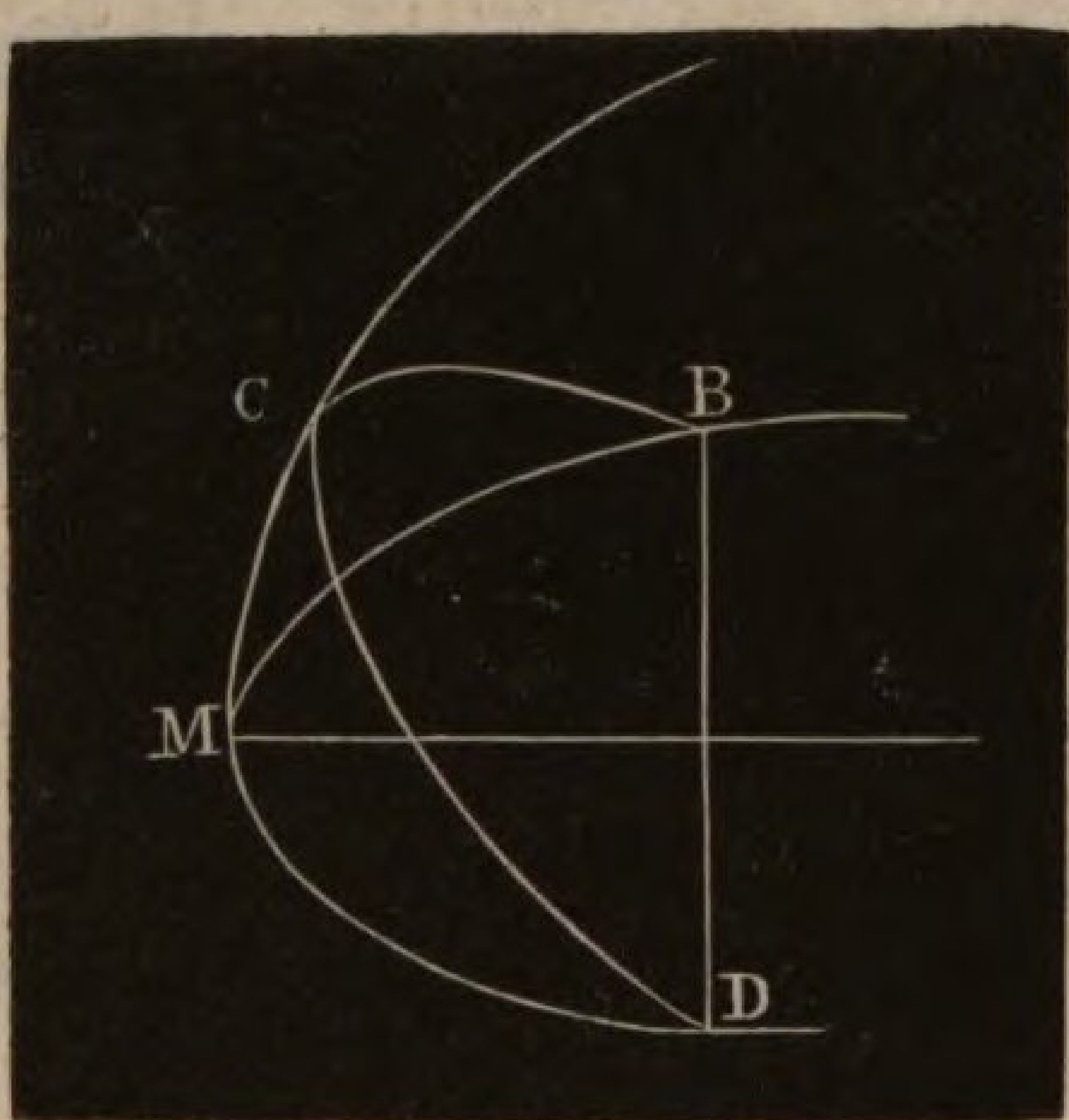
Mit Hülfe dieser Verbesserungen, für welche Tafeln entworfen sind, gelangt man dahin, die wahre Höhe eines Gestirns über dem Horizont mit Sicherheit und Genauigkeit anzugeben. Ist diese Höhe im Meridian gemessen, und kennt man also die Entfernung des Gestirns vom Aequator, so schließt man daraus auf die Breite des Ortes.

Von der Bestimmung der Mittagslinie.

Alle Beobachtungen zur Ermittelung der Breite verlangen, daß man die Lage des Meridians oder der Mittagslinie kenne. Der Polarstern zeigt sie, indessen nicht ganz genau, für die nördliche Halbkugel an; am besten erfährt man sie aber aus dem Laufe der Sonne.

In der That bleibt die Sonne am Tag des Solstitiums merklich in der nämlichen Entfernung vom Aequator; sie scheint dann einen Kreis parallel mit dem Aequator zu beschreiben, von dem der Theil *BCD* (Fig. 22), welcher sich über dem Horizont befindet, durch den Meridian genau in zwei Hälften zerlegt ist. Es geht daraus hervor, daß man genau dieselbe Höhe erhält, wenn man sie vor und nach ihrem Durchgang durch den Meridian in gleichen Zeitintervallen mißt und wenn man den Moment wahrnimmt, wo sie wieder in diese Höhe zurückkehrt; die Zeit ihres Durchgangs durch

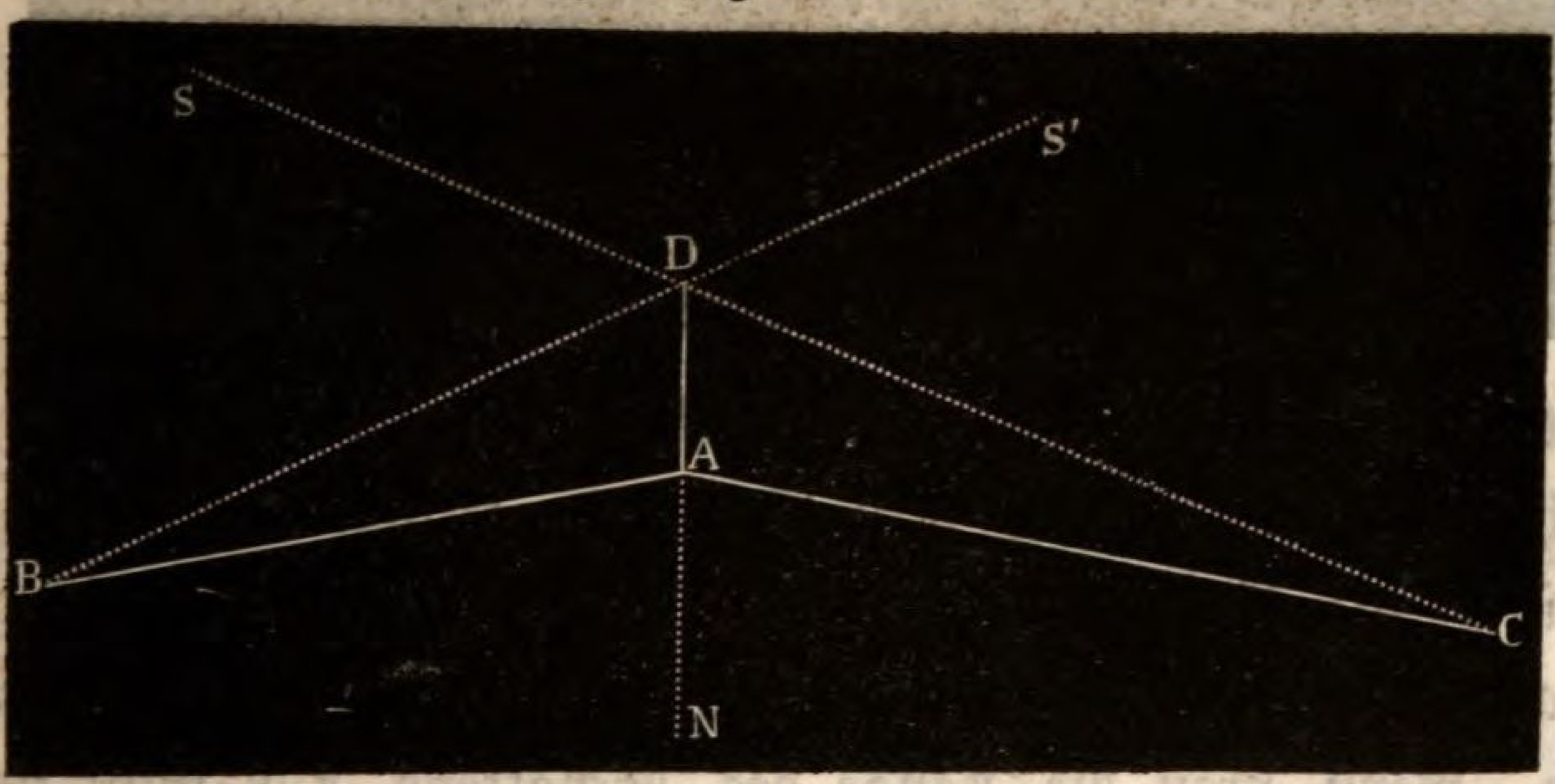
Fig. 22.



den Meridian wird dann die Mitte zwischen diesen beiden Momenten angeben.

Es ist leicht einzusehen, daß die Länge des Schattens eines Körpers nicht allein von der Höhe dieses Körpers, sondern auch von derjenigen der Sonne abhängt. Ist nun die Ebene, auf welcher der Schatten geworfen wird, horizontal, und hat man (Fig. 23) einen lothrechten Zeiger *AD*

Fig. 23.

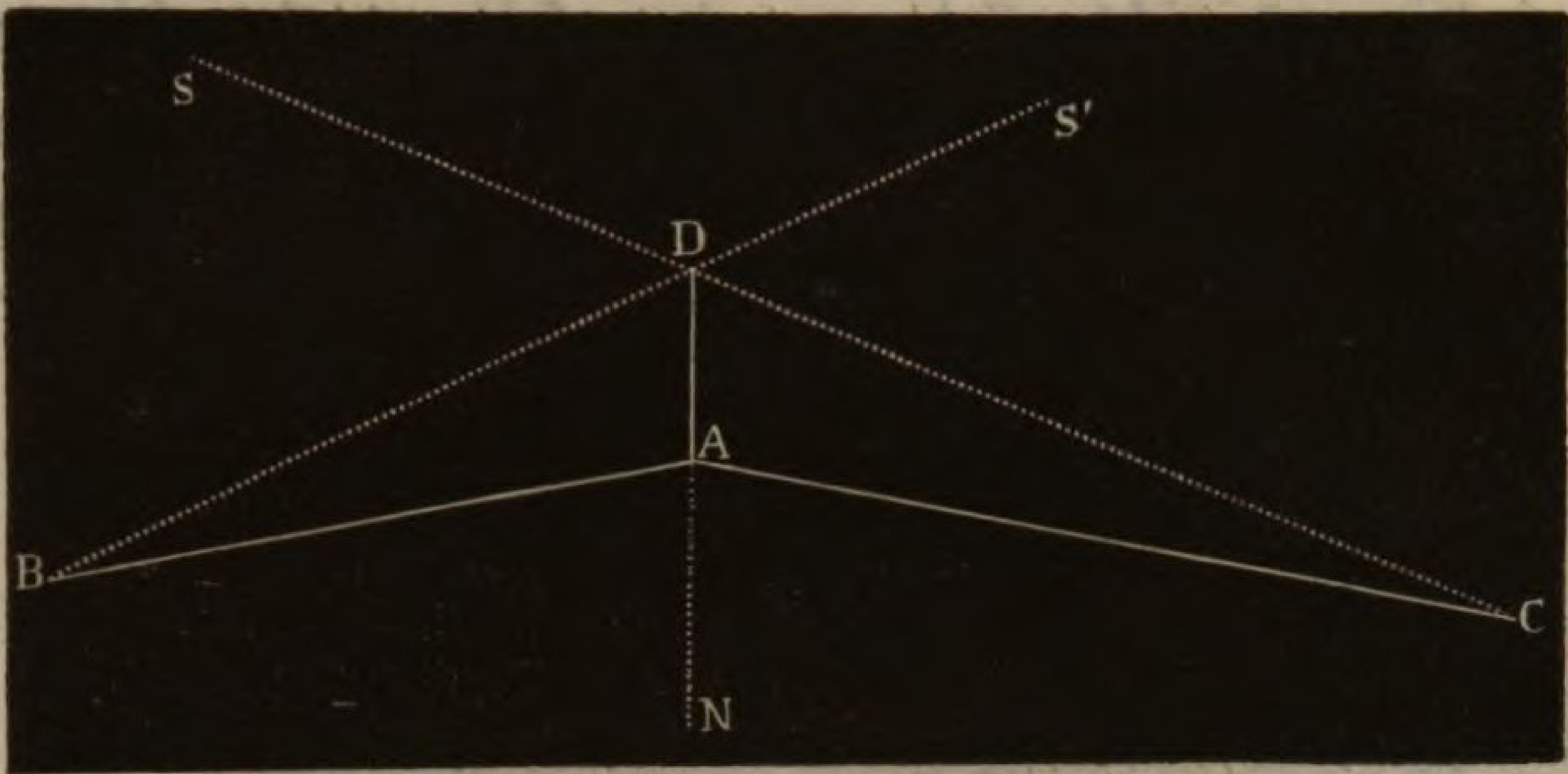


errichtet, so wird der Sonnenstrahl, der in der Richtung von *SD* kommt, bewirken, daß *AD* einen Schatten von der Länge *AC* wirft; die Länge von *AC* wird sich also nach dem Winkel *SCA* richten, welcher offenbar die Höhe der Sonne über dem Horizont angiebt. Wenn nun die Sonne, nachdem sie durch den Meridian gegangen ist, sich auf der andern Seite in der nämlichen Höhe und in der Richtung *S′D* befindet, so wird der Schatten *AB* des Zeigers *AD* gleich der Schattenlänge *AC* sein; nimmt man nun zwischen diesen beiden Richtungen die Mitte und theilt man den Winkel *BAC* durch *AN* in zwei gleiche Theile, so hat man die Richtung der Mittagslinie.

Wir wollen hier gelegentlich noch ein Verfahren angeben, um die Höhe der Sonne zu bestimmen. Man kann

nämlich sowohl die Länge des Zeigers *AD*, als auch die Länge des Schattens *AC* messen. Diese beiden Linien stoßen

Fig. 24.



unter einem rechten Winkel *DAC* zusammen. Aus dem rechtwinkligen Dreieck läßt sich nun trigonometrisch der Winkel *ACD* berechnen, der die Höhe der Sonne angiebt. Man wird ebenso die Höhe der Sonne zur Mittagszeit finden, wenn man die Länge des Schattens *AN* mißt und nun, wie angegeben, verfährt. In der That haben sich die ersten Astronomen dieses Mittels zur Bestimmung der Sonnenhöhe bedient; die Spitze eines Obelisken, eine in einer senkrechten Mauer angebrachte Oeffnung, gaben die Senkrechte *AD*. Diese Verfahren lieferten natürlich ein sehr unvollkommenes Resultat; sie werden gegenwärtig, wo man die Höhen so außerordentlich genau mit Winkelinstrumenten messen kann, nicht mehr in Anwendung gebracht.

Will man also die Mittagslinie ganz genau finden, so bedient man sich eines solchen Instrumentes und gleichzeitig einer sehr richtig und exact gehenden Uhr, deren Gang sorgfältig regulirt worden ist. Man nimmt also Morgens die Höhe der Sonne und merkt in dem nämlichen Augenblicke die Zeit an; nun läßt man das Fernrohr an dem

Instrumente, mittelst dessen die Sonne beobachtet worden ist, unverrückt, dreht es aber auf einer horizontalen Scheibe weiter fort und giebt Acht, wann die Sonne wieder in dem Fernrohr erscheint; auch jetzt wird die Zeit notirt. Nun zieht man die beiden beobachteten Zeiten von einander ab und nimmt die Hälfte davon; so erhält man die Zeit, in welcher die Sonne die Mittagslinie passirt.

Wenn z. B. eine Uhr von der angegebenen Beschaffenheit die Zeit angäbe für die Höhe der Sonne

am Morgen = . . .	9 St.	45 Min.	30 Sec.
Nachmittags = . . .	2 »	23 »	12 »
so ist der Zeitunterschied =	4 »	37 »	42 »
die Hälfte davon	2 »	18 »	51 »

Fügen wir letztere zu der am Morgen beobachteten Zeit, so erhalten wir 12 St. 4 Min. 21 Sec. für die Zeit, in welcher die Sonne durch den Meridian geht.

Die Beobachtungen werden nun wiederholt und aus ihnen das Mittel genommen.

Um die obige Darstellung zu vereinfachen, haben wir angenommen, daß die Beobachtungen zur Auffindung der Mittagszeit am Tage des Solstitiums stattfänden. Vor oder nach dem Solstitium wird die Höhe der Sonne auch in gleichen Abständen von der wahren Mittagszeit eine andere Morgens und eine andere Nachmittags sein; wir wissen ja, daß die Sonne in ihrer jährlichen Bewegung am Horizont auf- und abwärts steigt. Ständen wir hinter der Frühjahrstagundnachtgleiche, so würde die Sonne Nachmittags eine größere Höhe einnehmen als Vormittags, und umgekehrt. Wurden also die Beobachtungen nicht genau am Tage des Solstitiums vorgenommen, so müssen hier

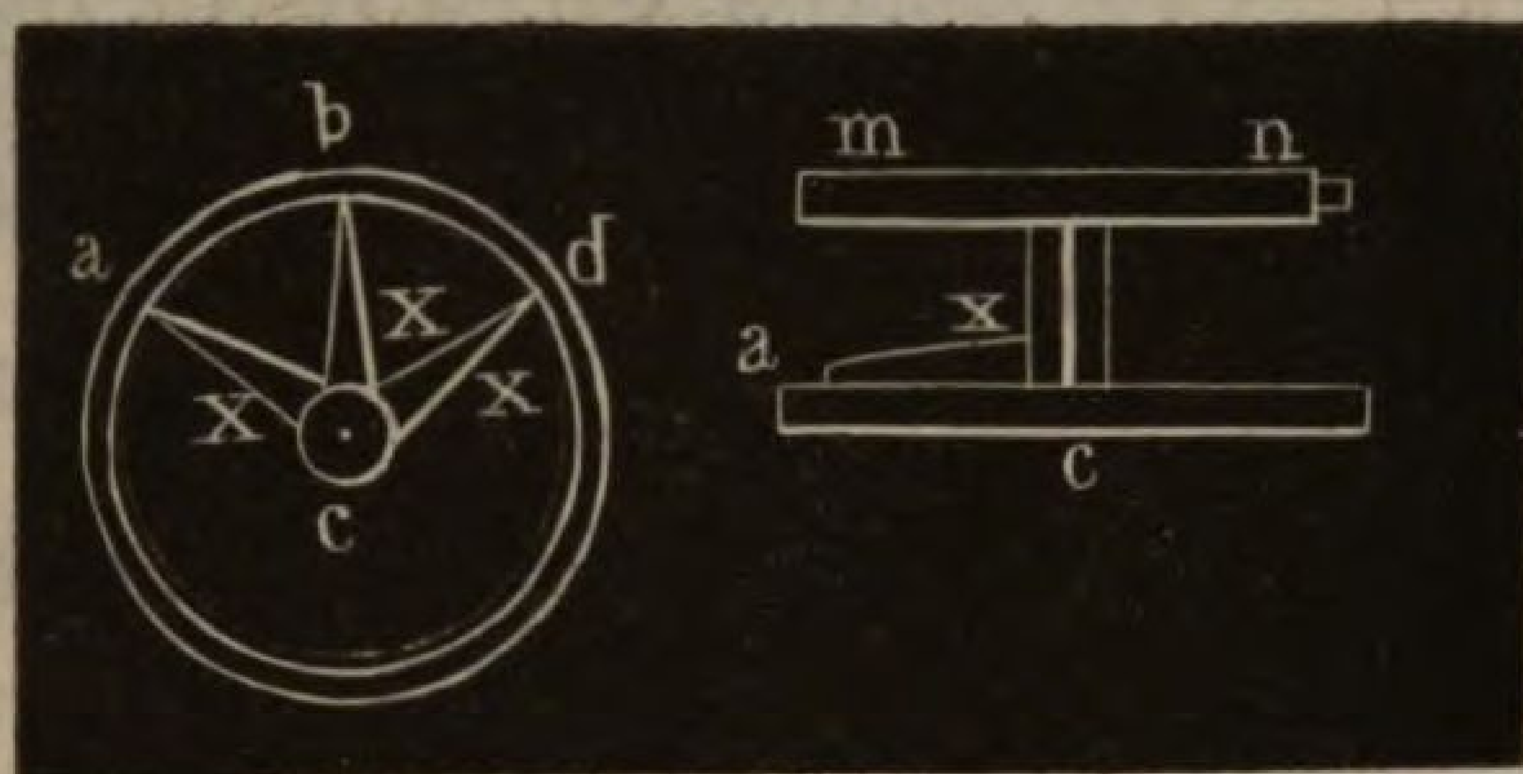
Verbesserungen angebracht werden, die indessen, außer für die Zeit der Aequinoctien, nicht bedeutend sind.

Es ist indessen immer möglich, die wahre Zeit mittelst nur einer einzigen Beobachtung der Höhe der Sonne oder eines Sternes festzustellen; dazu muß aber die Breite des Ortes, an dem man sich befindet, bekannt sein.

Um die Richtung zu finden, welche die Mittagslinie einhält, verfährt man in folgender Weise:

Man nimmt ein Winkelinstrument (Fig. 25), welches

Fig. 25.



aus einem horizontalen, in Grade, Minuten u. s. w. eingetheilten Kreise besteht und in dessen Mittelpunkt *c* ein Träger aufgerichtet ist, auf welchem ein Fernrohr *m n*, welches sich auf und ab bewegen läßt, befestigt ist. Am Fuß des Trägers befindet sich ein Zeiger *x*, der sich mit dem letztern dreht, wenn man das Fernrohr in horizontaler Richtung bewegt. Nun beobachtet man die Sonnenhöhe des Vormittages, der Zeiger weise nach *a* ein; man liest die Grade, Minuten u. s. w. bei *a* ab. Um die Sonne zu der angegebenen Zeit erblicken zu können, mußte man das Fernrohr eleviren. Man läßt es in dieser Lage und beobachtet nun, indem man es in horizontalem Sinne fortbewegt, wann die Sonne Nachmittags abermals im Fernrohr sich zeigt. Dies wird stattfinden, wenn der Zeiger die Lage *c d* eingenommen hat. Man liest abermals

die Grade, Minuten u. s. w. bei *d* ab, subtrahirt beide Ablesungen und nimmt die Hälfte davon. So erhält man einen Werth, welcher sich bei *b* findet. Nun wird der Zeiger auf *b* eingerichtet; es weist dann auch das Fernrohr nach der Richtung *c b* hin. Hierauf läßt man nun in dieser Richtung Stäbe abstecken.

Von den Dimensionen der Erde.

Die Beobachtung des Breitenunterschiedes zweier Orte auf der Erde und der Wegentfernung zwischen diesen beiden, die man nach den neueren Fortschritten der Feldmeßkunst und der Mathematik mit großer Genauigkeit zu messen vermag, haben, wie wir schon früher andeuteten, darauf geführt, die wahren Dimensionen unserer Erde zu bestimmen. Wir übergehen mit Stillschweigen alle die älteren Versuche und beginnen mit der ersten Messung von wissenschaftlicher Bedeutung, die im Jahre 1670 von Picard, einem der ersten Mitglieder der Akademie der Wissenschaften zu Paris, ausgeführt worden ist. Er bediente sich dabei der Fernröhre, die ihm gestatteten, fernliegende Punkte genau einzuvisiren und Winkel mit der Genauigkeit von einigen Secunden zu messen, während man sich früher eine Fehlergrenze von mehreren Minuten gefallen lassen mußte.

Picard maß außerdem die Wegentfernung zwischen den beiden Orten nicht direct, d. h. in einer geraden Linie, sondern legte ein Netz von Dreiecken, aus denen diese Entfernung auf dem Wege der Rechnung abgeleitet wurde. Dadurch erhielt er den großen Vortheil, daß er nur eine kleine Länge, nämlich die einer Seite des Dreiecks zu messen hatte, und daß alle übrigen Messungen nur solche von

Winkeln waren. Diejenigen unserer Leser, welche mit den Elementen der Feldmeßkunst etwas näher bekannt sind, werden wissen, daß die Messung von Winkeln weit weniger Umstände verursacht und mit viel größerer Genauigkeit ausgeführt werden kann, als die Messung von Längendimensionen.

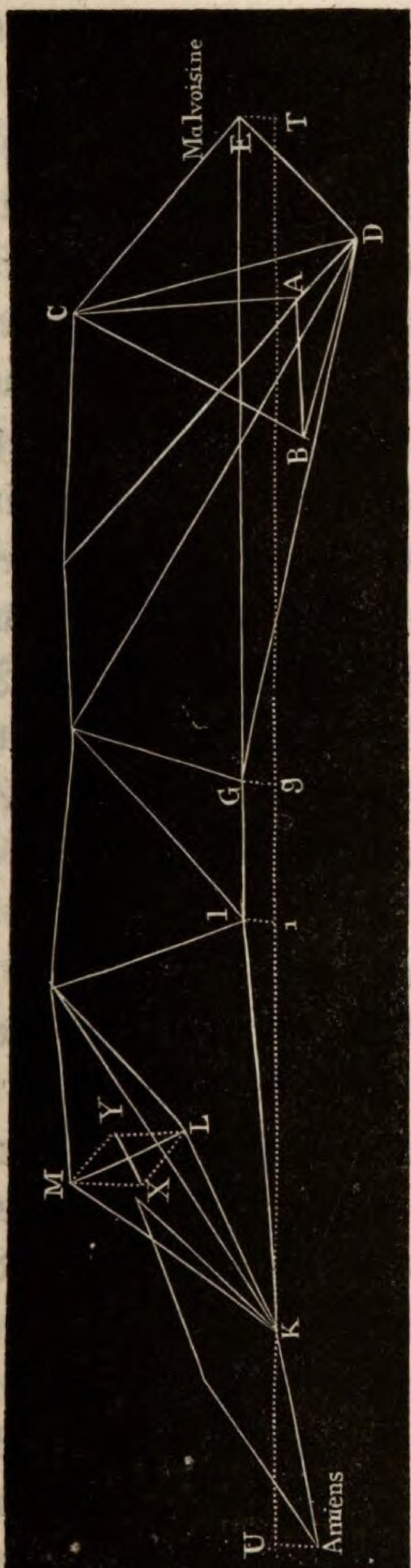


Fig. 26.

Picard führte seine Operation zwischen Malvoisine und Amiens aus. Um nun zuerst die Wegentfernung zwischen diesen beiden Orten auszumitteln, verband er sie durch eine Reihenfolge von Dreiecken mit dem Domkirchthurm zu Amiens, wie aus Fig. 26 zu sehen ist, und beobachtete dann sorgfältig die Winkel mittelst eines guten Instruments. Da die Summe der Winkel in einem Dreieck immer gleich zwei Rechten ist, so hatte er ein sehr einfaches Mittel, um Fehler in der Messung von Winkeln auszugleichen. Er maß nämlich immer drei Winkel in einem der Dreiecke, addirte sie und zog die erhaltene Summe von zwei Rechten ab; den positiven oder negativen Unterschied theilte er durch 3 und zog ihn von jedem der drei Win=

kel ab, oder fügte ihn, wenn er negativ war, hinzu. Beinahe niemals gab ihm die Beobachtung unmittelbar zwei Rechte; allein der Unterschied war nicht bedeutend.

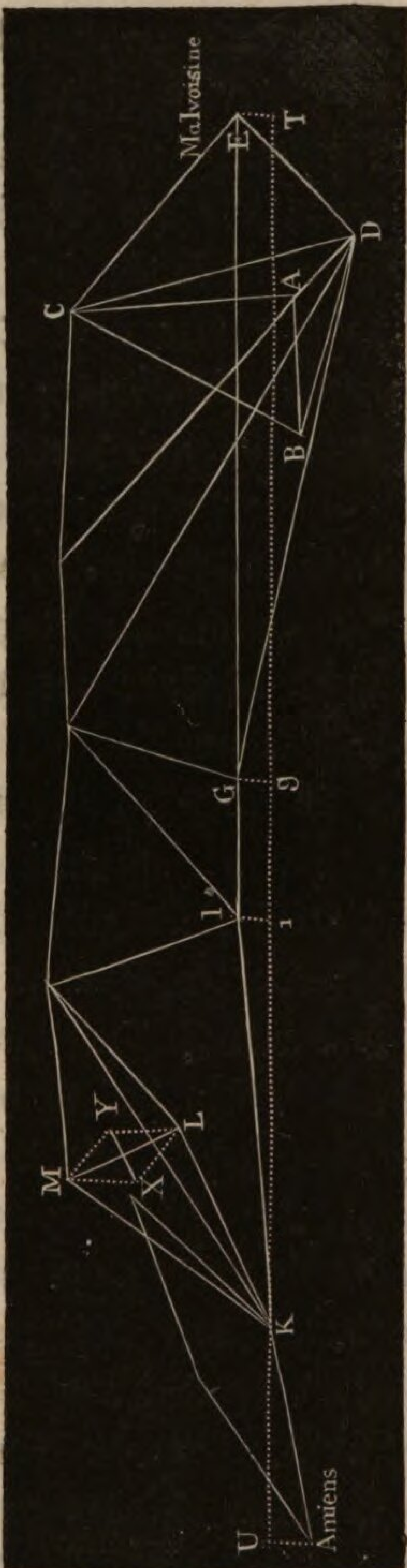


Fig. 27.

Wir wissen, daß, wenn in einem Dreieck eine Seite und die Winkel gemessen worden sind, die dritte Seite durch eine einfache trigonometrische Rechnung daraus abgeleitet werden kann. Picard maß nun mit einer außerordentlichen Sorgfalt eine Distanz von 5663 Toisen und zwar zwischen Villejuif und Juvisy. Mit dieser Linie, die in unserer Figur durch die Seite *AB* vorgestellt ist, berechnete er die Seiten *AC* und *BC*; diese benutzte er nun wieder, um die Seiten *BD* und *CE* zu berechnen; so fuhr er fort, bis er die Größe aller Seiten des Dreiecksnetzes ausfindig gemacht hatte.

Es war zu fürchten, daß die unvermeidlichen Fehler bei der Messung sich anhäufen und daß die berechnete Länge der Seiten des letzten Dreiecks nicht mit deren wirklicher Länge übereinstimmen würde. Um sich darüber zu belehren, wäre es wohl das Einfachste gewesen, eine

solche Seite nachzumessen; allein sowohl ihre Größe, als auch ihre Lage machte diese Operation unthunlich, weshalb Picard willkürlich in ein geeignetes Terrain eine solche Seite von mittler Länge legte, sie maß und dann auch ihre Länge, in Verbindung mit dem Dreiecksnetze durch Rechnung bestimmte. Picard wählte die Linie, welche in unserer Figur mit XY bezeichnet ist. Dann berechnete er aus XY die Seite GJ, welche die letzte Länge gewesen war, die er in der Reihenfolge der Dreiecke bestimmte. Die größte Differenz zwischen den Resultaten belief sich noch nicht ganz auf 7 Toisen für 17564 Toisen.

Nun war aber noch aus den Seiten des Dreiecksnetzes die Länge des Meridians zu berechnen. Dazu mußte man wissen, welchen Winkel derselbe mit jeder dieser Seiten bildet. Doch genügte es, die Neigung des Meridians gegen nur eine einzige Seite zu messen; die Mathematik bietet dann Mittel dar, um die Neigungen der übrigen Seiten daraus abzuleiten. Man kann sich leicht einen Begriff davon machen, wie die Neigung der ersten Seite gegen den Meridian ermittelt wird. Denken wir uns, das Fernrohr unseres in dem Endpunkt dieser Seite aufgestellten Winkelinstruments weise gerade in die Mittagslinie hin ein, so wird der Zeiger, welcher unten am Träger angebracht ist, auf einen bestimmten Punkt der Theilung hinweisen. Merken wir uns diesen Punkt und visiren wir dann den andern Endpunkt der Seite ein, so dreht sich gleichzeitig mit dem Fernrohr der Zeiger und giebt uns somit den Winkel zwischen der Seite und der Mittagslinie, den man Azimuth nennt, auf dem Theilungskreise an.

Es sei nun UT der Meridian, so setzt sich dessen Länge aus den Stücken UK, Ki, ig, gT zusammen und

diese Stücke findet man, indem man die Seite des Dreiecks mit dem Cosinus des Azimuthalwinkels multiplicirt. Man denkt sich dabei den Stücken des Meridians Parallelen gezogen, die durch den Endpunkt der Dreiecksseiten gehen.

Nach diesen Operationen blieb noch übrig, die Größe des Bogens, welcher sich zwischen den beiden Ausgangspunkten des Dreieckssystems befand, zu bestimmen, d. h. anzugeben, wie viel Grade und Gradestheile der Himmelsbogen zwischen Malvoisine und Amiens in sich faßte.

Bei diesem zweiten Theil der Arbeit, die auf astronomischen Beobachtungen beruhte, benutzte Picard einen Stern in dem Sternbild der Cassiopeia. Er wählte diesen Stern deshalb aus, weil er sich mehr im Zenith befand und weil in Folge dieses Umstandes wenig von der Strahlenbrechung, über die man zu Zeiten Picard's noch keine genauen Untersuchungen besaß, zu befürchten war. Er fand nun, daß der Unterschied der Breite zwischen Malvoisine und Sourdon (nahe bei Amiens) 1 Grad 11 Minuten 57 Secunden betrug, was in der Richtung des Meridians einer Länge vou 68430 Toisen entsprach; er schloß daraus, daß die Länge eines Grades 57064 Toisen ausmache.

Ebenso fand er zwischen dem Kirchthurme von Malvoisine und Amiens einen Breitenunterschied von 1° 22′ 55″ und eine Entfernung von 78850 Toisen, was für den Grad 57057 Toisen gab.

Nach diesem Resultat war nichts leichter, als den Umfang der Erde zu berechnen, wenn man annahm, dieselbe besitze die Gestalt einer vollkommnen Kugel. Hätte man

nun diesen Umfang in Toisen ausgedrückt, so würde man eine zu große Zahl erhalten haben; man nahm deshalb Seemeilen, von welchen eine 2853 Toisen enthält. Zwanzig von diesen Seemeilen gehen auf einen Grad Breite. Daraus ergiebt sich denn, da der ganze Kreis des Erdumfanges 360 Grade enthält, die ganze Länge dieses Umfanges zu 7200 Meilen.

Durch diese Messung war auch der Nachweis geliefert, daß, wenn die Erde keine vollkommene Kugel sei, die Abweichung von der Kugelgestalt nicht bedeutend sein könne. Darauf ließ schon die Rundung des Erdschattens, von welchem früher die Rede war, schließen. Man hatte noch einen andern Beweis. Die Seefahrer nehmen bei der Bestimmung ihres Weges und bei der Berechnung der zurückgelegten Entfernungen immer an, die Grade besäßen einerlei Länge; wäre die Gestalt der Erde sehr abweichend von derjenigen einer vollkommenen Kugel, so würden auch die Grade nicht gleich groß sein und es würden in Folge dieses Umstandes bedeutende Irrthümer in den Berechnungen der Seefahrer stattfinden, was aber erfahrungsmäßig nicht der Fall ist. Wenn also die Erde auch keine vollkommene Kugel ist, so kommt doch ihre eigentliche Gestalt der Kugel gewiß sehr nahe.

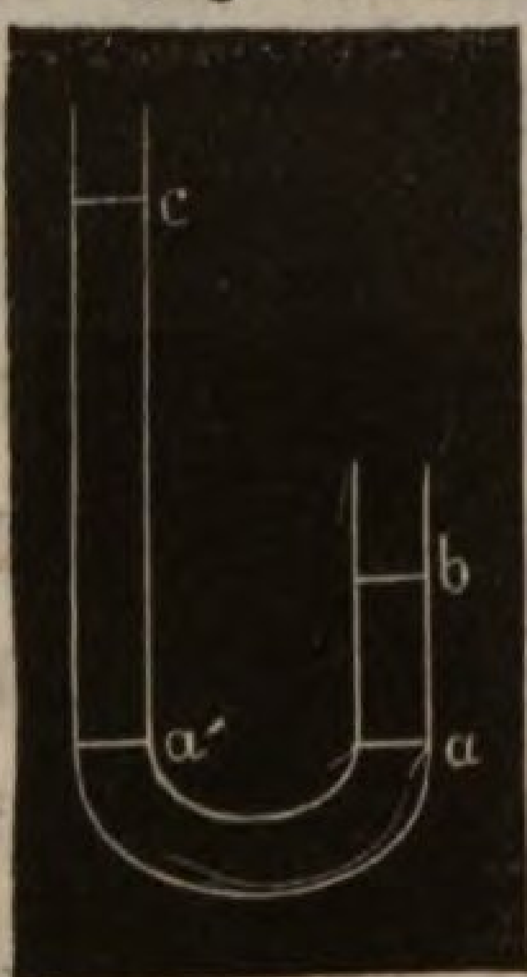
Die Messungen von Picard haben ergeben:

den Durchmesser der Erde zu . .	2292 Meilen,
» Halbmesser » » » . .	1146 »
die Oberfläche » » » . .	16,501,200 Quadratm.

Wie exact auch die Gradmessung von Picard war, so kam man doch durch die Fortschritte der Astronomie noch auf andere Methoden, um die Gestalt der Erde genauer zu bestimmen.

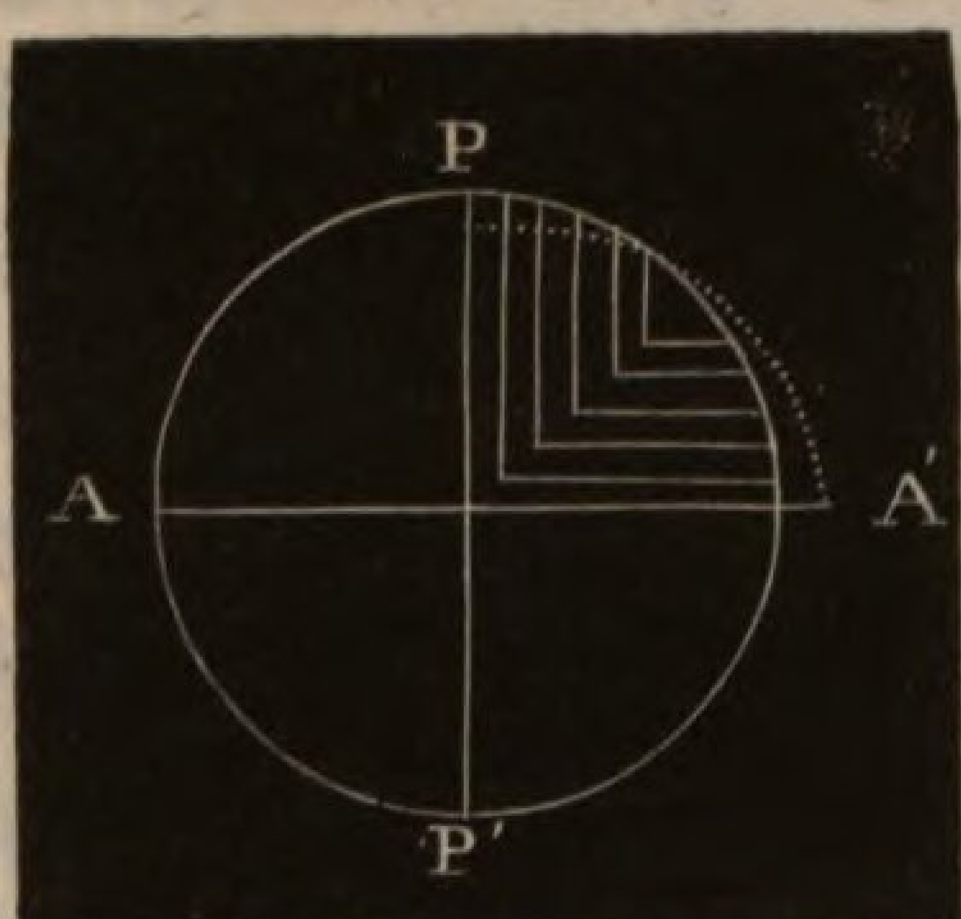
Huyghens kam zuerst auf die Betrachtung, daß die Körper, wenn sie sich um einen Mittelpunkt oder um eine Axe drehen, von einer Kraft getrieben werden, die man jetzt gemeinhin die Centrifugalkraft nennt. Diese Kraft hat das Bestreben, die Körper von dem Mittelpunkte ihrer Bewegung zu entfernen, wie man es an dem Stein in der Schleuder sieht.

Fig. 28.



Es ist nun bekannt, daß, wenn in dem einen Schenkel ab einer communicirenden Röhre (Fig. 28) eine dreimal schwerere Flüssigkeit, als in dem andern Schenkel sich befindet, daß also in diesem Falle die dreimal leichtere Flüssigkeit eine dreimal größere Höhe $a'c$ einnehmen muß, damit Gleichgewicht herrsche. Denken wir uns nun die Erde ebenso in communicirende Röhren zerlegt (Fig. 29.), von denen der eine Schenkel parallel der Umdrehungsaxe PP', der andere Schenkel parallel dem Aequator AA' ist, so wird offenbar die Flüssigkeit in dem Aequatorialschenkel leichter als die im Polarschenkel sein. Denn die Centrifugalkraft ist am größten am Aequator, weil dort ein Punkt in derselben Zeit einen viel größern Kreis bei der täglichen Umdrehung der Erde zu beschreiben hat, als in der Nähe des Pols. Die Centrifugalkraft hat das Bestreben, die Körper von der Erde zu entfernen, sie vermindert also die Schwerkraft. Damit nun wieder das Gleichgewicht eintrete, muß ein Theil der Flüssigkeit im Polarschenkel in den Aequatorialschenkel hinabsinken und

Fig. 29.



diesen vergrößern; dadurch entsteht eine Abplattung am Pol und eine Ausbauchung am Aequator. Bei den übrigen communicirenden Röhren, in welche man die Erde zerlegen kann, findet das nämliche Verhältniß statt. Es nimmt deshalb die Erde die durch die punktirte Linie angedeutete Figur an. Man kann mittelst einer nassen Blase, welche man rotiren läßt, auf eine sehr einfache Weise den Vorgang bei der Erde zur Anschauung bringen.

Huyghens fand nach diesen Grundsätzen, daß die Rotationsaxe um $^1/_{578}$ ihres Betrages kleiner, als die Aequatorialaxe sein müsse — das sind ungefähr 4 Meilen.

Newton, welcher durch seine tiefen Forschungen über die merkwürdigen Gesetze von Kepler hinsichtlich der Planetenbewegung auf die Entdeckung der allgemeinen Gravitation gekommen war, betrachtete nicht mehr die Schwere auf der Erdoberfläche als eine constante Kraft, die immer gegen den Mittelpunkt der Erde gerichtet ist, sondern als das Resultat der gegenseitigen Anziehung aller schweren Theilchen, aus denen die Erde besteht. Er fand nun, daß diese Kraft wesentlich verschieden sein müsse, wenn man annähme, die Erde besitze nicht die Gestalt einer vollkommenen Kugel. Indem er, wie Huyghens, die Schwerkraft mit der Centrifugalkraft combinirte, kam er zu dem Resultat, daß die Abplattung $^1/_{230}$, also doppelt so viel, wie Huyghens gefunden hatte, betragen müsse.

Obwohl diese beiden Schlüsse in ihren Ergebnissen von einander differiren, so stimmen sie doch in ihren Grundsätzen überein, und es blieb nur einer vollendeteren Mechanik überlassen, die von Huyghens und Newton gefundenen Resultate zu berichtigen.

Die Akademie der Wissenschaften zu Paris ließ es sich

fortwährend angelegen sein, genauere Ausdrücke für die Abplattung der Erde zu finden. Zwei aus ihrer Mitte genommene Commissionen wurden, die eine nach Peru im Jahre 1736, die andere nach dem Polarkreis im Jahre 1737 abgesandt, um in der Nähe des Aequators und des Pols einen Meridiangrad zu messen. Die von diesen beiden Commissionen erhaltenen Resultate, verbunden mit der Gradmessung Picard's, bestätigen die Abplattung der Erde. Der am Polarkreis gemessene Grad überstieg den am Aequator um 669 Toisen; der Grad Picard's, obgleich kleiner als der Polargrad, fand sich immer noch um 307 Toisen größer, als der Grad am Aequator.

Diese Unterschiede waren zu beträchtlich, als daß man sie Irrthümern in der Messung hätte zuschreiben können. Es handelte sich nun noch darum, die Gestalt der krummen Linie festzustellen, welche der Meridian einhält. Die theoretischen Untersuchungen von Newton und seinen Nachfolgern hatten ergeben, daß diese krumme Linie eine Ellipse sein könne. Es hat sich nun nicht allein herausgestellt, daß dieses nicht vollständig der Fall ist, sondern daß auch die Längen der einzelnen Meridiane unter sich nicht gleich sind.

Indessen kommen hier Irrthümer zur Sprache, welche nicht sowohl bei der Messung der terrestrischen Entfernungen, als vielmehr in der Bestimmung der Horizontalen und, wenn man will, der Verticalen begangen werden. Denken wir uns nämlich einen Gradbogen auf der Erdoberfläche, so wird dessen Länge offenbar gegeben durch die beiden Verticalen, welche an seinen Endpunkten gezogen werden. Sind nun diese nicht richtig festgelegt, so muß

auch die Länge des Bogens nicht mathematisch genau sein.

Es giebt wohl keinen Ort auf der Erde, an welchem ein frei hängendes Gewicht nicht aus der wahren senkrechten Lage abgelenkt würde. Denken wir uns durch den Punkt der Beobachtung eine tangirende Ebene gelegt und dann auf dieser Ebene eine senkrechte Linie errichtet, so wird diese durch den Mittelpunkt der Erde gehen und die wahre Verticale vorstellen. Die Verlängerung dieser Linie muß in dem Falle mit der Richtung des Lothfadens übereinstimmen, wenn die Erde überall gleiche Dichtigkeit besitzt und wenn keine Erhabenheiten auf ihr sich vorfinden, welche ihrerseits wieder eine Anziehung bewirken können. Diese beiden Unterstellungen existiren aber keineswegs in der Wirklichkeit.

Schon Bouquer hatte am Berge Pitchinche eine Ablenkung des Lothes wahrgenommen, der ohne Zweifel die Anziehung dieses Berges zu Grunde lag. Die nämliche Beobachtung machte Maskelyne am Berge Shehallien in der Provinz Perthshire in Schottland.

Da wir eben von der Anziehung des Lothes durch die Erde reden, so nehmen wir hier Gelegenheit, darauf aufmerksam zu machen, daß uns in eben dieser Anziehung ein Mittel geboten ist, um die Gestalt oder, mit anderen Worten, die Abplattung der Erde zu bestimmen.

Ein Stein, den man auf der Spitze *a* eines hohen Berges zur Erde fallen läßt, erreicht eine gewisse Tiefe *b* unter dem Punkt, von welchem man ihn losließ, in längerer Zeit, als wenn man ihn gerade über dem Meere aus der nämlichen Höhe *a—b* auf die Oberfläche des Meeres fallen ließ. Die Schwerkraft, welche die Ursache des Fallens ist, ver-

mindert sich also in dem Maße, als man sich vom Erdmittelpunkt entfernt.

Für den Fall, daß der Erdhalbmesser am Aequator größer ist als am Pol, muß deshalb auch ein Körper in einer gewissen Entfernung über der Erdoberfläche am Aequator langsamer zur Erde fallen, als am Pol. Man braucht daher nur an diesen beiden Punkten aus der nämlichen Höhe, z. B. 100 Fuß vom Boden, einen schweren Körper niederfallen zu lassen und die Zeit zu messen, welche beide Mal verwandt wird, bis der Körper auf der Erdoberfläche aufschlägt, um das Verhältniß der Schwere und somit das Verhältniß der Axen am Pol und Aequator zu erfahren. Die wirkliche Länge der Axen läßt sich natürlich bloß durch directe Messungen finden.

Das eben angegebene Mittel ist indessen zu solchen feinen Untersuchungen zu ungenau. Man bedient sich deshalb, von dem nämlichen Princip ausgehend, des Pendels zur Bestimmung der Abplattung der Erde.

Ein schwingendes Pendel ist nichts Anderes als ein fallender Körper. Das Pendel wird um so rascher schwingen, je größer die Anziehungskraft ist, welche auf dasselbe einwirkt. Ueber dem Pol muß deshalb ein Pendel in der nämlichen Zeit mehr Schwingungen machen, als am Aequator. Läßt man nun ein solches Pendel in diesen beiden Lagen nicht eine, sondern eine sehr große Anzahl, z. B. tausend von Schwingungen vollenden, so hat man ein Mittel, um die größere Beschleunigung des Fallens mit um so höherer Genauigkeit zu messen. Der Unterschied in der Fallzeit zeigt sich bei jeder Schwingung; bei tausend Schwingungen wird er begreiflicher Weise vertausendfacht.

Indessen ist es die Verschiedenheit der Erdaxen nicht

allein, welche den Gang des Pendels am Aequator verlangsamt. Wir haben schon an einem andern Orte bemerkt, daß die Schwungkraft oder Centrifugalkraft am Aequator bei weitem größer als in höheren Breiten ist; für den Punkt am Pol selbst ist sie gleich Null. Die Schwungkraft hat das Bestreben, die Körper von der Erdoberfläche zu entfernen; sie raubt also der Schwerkraft einen Theil ihrer Intensität; das ist also ein weiterer Grund, warum das Pendel am Aequator langsamer schwingen muß, wie am Pol. Nimmt man nun diese beiden Verhältnisse in Rechnung, was sehr wohl möglich ist, da man die Stärke der Centrifugalkraft genau kennt, so läßt sich daraus die Abplattung bestimmen.

Die französische Akademie ließ inmitten der schrecklichsten Stürme der ersten Revolution eine neue Gradmessung durch Delambre und Mechain ausführen. Es galt damals hauptsächlich darum, ein neues Maßsystem festzustellen, welches nicht auf willkürliche Annahmen, sondern auf die unveränderlichen Dimensionen unseres Planeten basirt wäre. Delambre und Mechain maßen den Meridianbogen zwischen Dünkirchen und Barcelona, deren Parallelkreise $12^1/_2$ Grad auseinander liegen. Es war eine riesenhafte Arbeit, deren sich diese beiden Männer lediglich im Interesse der Wissenschaft unterzogen.

Als die Einheit des französischen Maßes ging aus dieser Messung der Meter hervor. Man nahm seine Länge gleich dem zehnmillionsten Theil des Erdmeridianquadranten an. Der Meter enthält $\frac{513074}{1000000}$ Toisen oder 443,296 Linien.

10 Meter nennt man den Decameter
100 » » » » Hectometer.

Diese Maße dienen vorzüglich den Geodäten.

1000 Meter bilden den Kilometer
10000 » » » Myriameter.

Die beiden letzteren Maße werden gebraucht, um größere Wegentfernungen auszudrücken.

Gehen wir nun zu den Flächenmaßen über.

Den Quadratdecameter nennt man Are, den Quadrathectometer dagegen Hectare.

Die Einheit des Gewichtes bildet das Gramme; es ist gleich dem Gewicht eines Cubikcentimeters Wasser im Zustand der größten Dichte, also bei $4^1/_2$ Centesimalgraden Temperatur. 1000 Gramme bilden das Liter; es enthält also den Raum, welchen ein Cubikcentimeter Wasser von der nämlichen Dichte einnimmt. Einen Cubikmeter nennt man eine Stere.

Das französische Maß besitzt vor den meisten in den europäischen Staaten gebräuchlichen Maßen noch den großen Vorzug, daß es auf das Decimalsystem basirt ist. Umwandlungen von kleinen Maßtheilen in größere und umgekehrt von größeren in kleinere können daher hier ganz einfach bloß durch Verrückung des Beistrichs, welcher die ganzen Einheiten von den Bruchtheilen sondert, bewirkt werden; während bei dem zwölftheiligen Maß dazu umständliche Divisionen und Multiplicationen erforderlich sind. Außerdem hat das neufranzösische Maß noch den bedeutenden Vorzug, daß Gewichts-, Flüssigkeits- und Längenmaß in einer genauen, sehr leicht auffindbaren Abhängigkeit von einander stehen. Ja man hat dies sogar bis auf die Münzen aus-

gedehnt; ein Frankenstück von $^9/_{10}$ Silbergehalt wiegt nämlich genau fünf Gramme.

Als die französische Akademie das neue Maß feststellte, brachte sie auch eine andere Theilung am Kreise an. Früher hatte man denselben in 360 Grade, jeden Grad in 60 Minuten, die Minute in 60 Secunden unterschieden. Nun theilte man den Kreis in 400 Grade, jeden Grad in 100 Minuten, die Minute in 100 Secunden. So vortheilhaft diese Eintheilung für den Rechner ist, so hat sie doch bis jetzt noch nicht gehörig Platz greifen können, weil zu viele Umwandlungen älterer astronomischer Angaben nothwendig geworden wären, so daß in neuerer Zeit selbst in Frankreich die alte Eintheilung des Kreises wieder vielfach in Anwendung gekommen ist.

Nach dieser kurzen Abschweifung kehren wir wieder zu der Bestimmung der Erdgestalt zurück. Außer den Gradmessungen und den Pendelbeobachtungen bietet auch noch die Theorie des Mondlaufs ein Mittel dar, um die sphäroidische Gestalt der Erde nachzuweisen. Da nämlich die Erde um den Gürtel des Aequators herum eine größere Masse als an den Polen besitzt, so werden die Sonne und der Mond hier stärker angezogen werden. Die Astronomie lehrt, daß hierdurch ein Zurückgehen der Punkte der Tag- und Nachtgleichen bewirkt wird. Aus dem Maße dieses Zurückgehens läßt sich nun die Abplattung berechnen.

Die Gradmessung am Polarkreise, welche im Jahre 1737 durch die französischen Akademiker ausgeführt wurde, hatte die größte Abplattung ergeben und entfernte sich dadurch sehr von den übrigen Messungen. Man vermuthete daher, es hätten sich Fehler in diese Messung eingeschlichen. Ein schwedischer Astronom, Melander Hjelm, unternahm es,

die Messung mit seinen Schülern zu wiederholen. Die französischen Akademiker hatten noch nicht einen ganzen Grad gemessen, Melander Hjelm maß beinahe zwei Grade. Svanberg, welcher der Messung unter der Leitung Hjelm's beigewohnt hatte, setzte dieselbe nach dem Tode desselben fort; er fand für die Länge eines Grades 57188 Toisen, also 231 Toisen weniger, als man im Jahre 1737 gefunden hatte.

Außer den angegebenen wurden noch Gradmessungen in England von Mudge, in Ostindien von Lambton, in Hannover von Gauß, in Preußen von Bessel, in Dänemark von Schumacher, in Liefland von Struve vorgenommen.

Auch die geodätischen Messungen, welche in den verschiedenen kleinen Staaten von Deutschland stattfanden, hat man dazu benutzt, um Schlüsse in Bezug auf die Gestalt der Erde zu bilden.

Die neuesten Berechnungen von Bessel haben ergeben:

Abplattung $= \frac{1}{300,7047}$

halbe Aequatorialaxe = 3271953,854 Toisen

halbe Polaraxe = 3261072,900 »

Anfertigung und Gebrauch der verschiedenen Darstellungen der Erde und ihrer Theile.

Von den Erdgloben.

Die Globen geben das beste Bild von der Erde, weil sie diese im Raum und in einer ähnlichen Figur darstellen. Da die Kugelfläche nicht developpabel ist, d. h. sich nicht abrollen und in einer ebenen Fläche ausbreiten läßt, so kann auch die beste Karte die verhältnißmäßige Größe der einzelnen Theile der Erde nur annähernd, aber nicht ganz genau angeben, während ein Globus an diesem Mangel nicht leidet. Wenn man also einen Ueberblick über die gesammte Erdoberfläche haben will, dann muß man sich stets eines Globus bedienen.

Das einfachste und richtigste Verfahren, um einen Globus anzufertigen, besteht, wenn er größere Dimensionen erhalten soll, immer darin, unmittelbar auf seine Oberfläche die Zeichnung anzubringen.

Nehmen wir an, man habe zwei diametral entgegengesetzte Punkte auf demselben gewählt, welche die Pole darstellen sollen. Man nimmt nun einen von diesen Polen als Mittelpunkt an und beschreibt von da aus in gleichem Abstand von den beiden Polen einen Kreis, so ist dies der

Aequator. Dann zieht man durch die Pole einen andern größten Kreis; dieser soll den ersten Meridian vorstellen. Man theilt ihn vom Aequator nach den beiden Polen hin in 90 Grade auf jeder Seite des Aequators, sodann theilt man den Aequator, von dem ersten Meridian aus, von Grad zu Grad. Ist dies geschehen, so ist nichts leichter, als irgend einen Ort, dessen Länge und Breite gegeben sind, auf den Globus einzutragen; es genügt dann, die letzteren auf dem ersten Meridian abzugreifen und durch diesen Punkt, vom Pol als Mittelpunkt aus, einen Kreis zu beschreiben. Dieser Kreis wird dem Aequator parallel sein und durch den fraglichen Ort gehen. Dann zieht man durch den Punkt des Aequators, welcher die Länge bezeichnet, und durch den Pol einen Halbkreis. Wo nun letzterer und der Parallelkreis sich schneiden, da liegt der Ort.

Die Breite wird vom Aequator aus gezählt; man geht hier von dem größten Parallelkreis zu den kleineren Parallelkreisen über, bis man an den Pol angelangt ist. Was die Längen anlangt, so herrscht hier eine außerordentliche Differenz hinsichtlich der Lage des ersten Meridians.

Ptolemäus, dessen Karten die ältesten sind, welche wir besitzen, verlegte den ersten Meridian auf die Glücklichen Inseln (die heutigen Canarischen Inseln), weil diese die westlichste Grenze der damals bekannten Länder bildeten, und da ihre Ausdehnung von West nach Ost größer war, als von Nord nach Süd, so nahm man für erstere die Benennung Länge, für letztere die Benennung Breite an, welche sich bis heute erhalten haben.

Um die Art, die Längen auszudrücken, in den französischen Geographien übereinstimmend zu machen, verordnete Ludwig XIII, König von Frankreich, in der Erwartung,

daß sein Befehl auch im übrigen Europa Anklang finde, durch ein förmliches Decret, daß der erste Meridian durch die westlichste der Canarischen Inseln — Ferro — gelegt werden solle. Delisle, der Erste, welcher Präcision in die geographischen Bestimmungen gebracht hat, gab die Länge von Paris zu 20 Graden östlich von diesem Meridian an. Genauere Beobachtungen haben seitdem dargethan, daß der Unterschied der Länge zwischen Paris und dem Hauptflecken auf der Insel Ferro 20° 5′ 50″ betrage.

Die Holländer ließen den ersten Meridian durch den Pik von Teneriffa gehen; man hielt denselben in damaliger Zeit für den höchsten Berg der Erde.

Die Geographen beginnen mit der Zählung der Längen an der östlichen Seite vom ersten Meridian aus und setzen dann die Zählung in der nämlichen Richtung um den ganzen Umfang des Aequators fort, bis sie wieder auf der westlichen Seite von diesem Meridian ankommen. Bei dieser Art zu zählen können Längen bis an 360 Grade vorkommen. So hat der erste Grad westlich vom ersten Meridian eine Länge von 359 Graden.

Alle diese herkömmlichen Gebräuche wurden durch die Seefahrer abgeändert, besonders seitdem astronomische Beobachtungen allgemeinern Gebrauch für die Schifffahrt fanden. Die Tafeln nämlich, welche die Zeit für die Erscheinungen des Himmels und die Stellung der Gestirne in den verschiedenen Epochen angeben, wurden immer für den Meridian des Hauptobservatoriums einer Nation berechnet, man fand es einfacher, alle Orte auf diesen Meridian zu beziehen. So zählen also die französischen Seeleute vom Meridian von Paris, die englischen vom Meridian von Greenwich.

Weiter, wenn man die Zeit beobachtet, welche zwischen dem Durchgang der Meridiane durch eines und dasselbe Gestirn verfließt, und daraus die Längen ableitet, so stellen sich diese unter zwei Benennungen dar; denn geht man nach Osten hin, so zählt man mehr Zeit, als unter dem Meridian, von welchem man ausgegangen ist. Der Unterschied kann bis zu 24 Stunden ansteigen, wenn man die Reise um die Welt macht. Das Gegentheil findet statt, wenn man gegen Westen hin sich bewegt; nach dieser Betrachtung ist es also nothwendig, wenn man einen Unterschied der Zeit in Grade verwandeln will, um zum Unterschied der Längen überzugehen, anzugeben, ob dieser Unterschied östlich oder westlich sei. Es ist gebräuchlich, in dieser Art zu zählen; die Karten der Seefahrer sind alle danach eingerichtet, die Längen nach derjenigen Seite anzugeben, welche sich zunächst dem ersten Meridian befindet, in der Art also, daß die Längen 180 Grade nicht übersteigen können und daß die Erdkugel durch den ersten Meridian in zwei Halbkugeln getheilt ist. Auf der westlichen heißen auch die Längen westliche, auf der andern Halbkugel dagegen östliche.

Wenn es sich darum handelt, die Längen nach der Methode der Geographen auszudrücken, so nimmt man die Differenz der Längen von den beiden zu vergleichenden Meridianen; liegt nun der Meridian, von welchem man ausgeht, westlich vom andern, so fügt man diese Differenz allen auf letztern bezogenen Längen zu; im entgegengesetzten Fall zieht man sie davon ab.

So liegt z. B. der Pik von Teneriffa 1 Grad östlich von dem Meridian der Insel Ferro. Will man nun die Längen nach der Methode der Holländer zählen, so muß man einen Grad zu allen Längen, bezogen auf die Insel Ferro, addiren.

Die Globen kann man auch dazu benutzen, um die Entfernung zweier Orte zu bestimmen. Die kürzeste Entfernung von zwei Punkten auf einer Kugel ist immer der Bogen eines größten Kreises. Da nun alle größten Kreise gleich lang sind, so enthalten die Grade eines solchen eine ebenso große Wegentfernung, als die nämliche Anzahl von Graden auf einem Meridian. Will man also die Entfernung zweier Orte erfahren, so greift man mittelst eines Zirkels den zwischen ihnen begriffenen Bogen ab und überträgt ihn auf den Meridian. Man sieht dann nach, wie viel Grade zwischen der Oeffnung des Zirkels liegen und drückt diese in Meilen aus. 20 Seemeilen gehen, wie wir schon bemerkt haben, auf einen Breitegrad.

Es sei z. B. der Bogen zwischen zwei Orten auf der Erdoberfläche gleich $29^0\ 45'$, so betragen die 29 Grade 580 Meilen ($29 . 20 = 580$); für die 45 Minuten berechnen sich weiter 15 Meilen ($\frac{20}{60} . 45 = 15$); wir haben also zusammen die Entfernung der beiden Orte gleich 595 Meilen gefunden.

Will man ganz genau verfahren, so kann man auch diese Entfernung mit Hülfe der sphärischen Geometrie berechnen. Dieser Fall kommt dann immer zur Anwendung, wenn man es nicht mit einem Globus zu thun hat, und wenn nur die Längen und Breiten zweier Orte gegeben sind. Zieht man nämlich die Breiten von 90^0 ab, so hat man die zwei Seiten eines Dreiecks, dessen Spitze im Pol liegt; die Differenz der Längen giebt den Winkel an dieser Spitze. Wir haben also hier ein sphärisches Dreieck, in welchem zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel gegeben sind; die Trigonometrie lehrt nun, wie man in diesem

Falle die dritte gesuchte Seite aus den gegebenen Größen ableitet.

Befinden sich aber die beiden Orte, deren Entfernung bestimmt werden soll, auf dem nämlichen Meridian, so zieht man einfach die Breiten von einander ab und verwandelt dann die in Graden ausgedrückte Differenz durch Multiplication mit 20 in Meilen.

Will man den Unterschied der Längen nicht berechnen, sondern auf dem Globus abgreifen, so muß man sich wohl hüten, als diesen Unterschied den Bogen anzusehen, welcher sich zwischen den beiden Orten befindet. Die Länge mißt sich nur auf dem Aequator; man hat also die Meridiane der beiden Orte soweit zu verlängern, bis sie in den Aequator einschneiden.

Will man den Flächeninhalt eines Landes auf dem Globus berechnen, so theilt man diesen in Vierecke, welche von den Meridianen und den Parallelkreisen gebildet werden. Die Seiten dürfen nicht zu lang angenommen werden, wenn es sich um einigermaßen genaue Resultate handelt. Jedes Viereck hat einen bestimmten Flächengehalt; man zählt die Vierecke, welche auf der zu berechnenden Fläche sich finden; was zwischen ihnen und den unregelmäßig formirten Grenzen des Landes liegt, wird abgeschätzt.

Um die Globen zum praktischen Gebrauch einzurichten, bringt man in jedem Pol einen Stift an, welcher in einen hölzernen oder metallenen Reif eingreift; dieser Reif befindet sich auf einem Gestelle, welches an seinem Fuße gewöhnlich noch einen Compaß enthält. Innerhalb des Reifs läßt sich nun der Globus um seine Axe drehen. Häufig bringt man auch noch einen dünnen Streifen von Messing an, welcher in Grade getheilt und mit dem einen Ende

am Pol befestigt ist; er ist kreisförmig gebogen und schmiegt sich vollständig an die Oberfläche des Globus an; man nennt diese Vorrichtung den Höhenkreis.

Auf den meisten Globen ist auch noch die Ekliptik verzeichnet.

Von den Karten.

Von den perspectivischen Darstellungen der Erdoberfläche auf einer Ebene.

Die Schwierigkeit bei der Anfertigung von hinlänglich großen Globen, welche alle Details aufzuweisen vermöchten, sowie die Umstände, welche ihr Transport verursacht, führten darauf, die Erdoberfläche auf einer Ebene darzustellen.

Die krummen Oberflächen theilen sich, verglichen mit den ebenen, in zwei Classen; die eine Sorte, zu welcher der Kegel und Cylinder gehören, kann man auf einer Ebene ausbreiten, ohne daß eine Falte oder ein Riß entsteht — man nennt sie abrollbare oder developpable Flächen; die andere Sorte, zu denen die Kugel und das Sphäroid gehören, gestatten eine solche Abwicklung und ein Ausbreiten auf eine ebene Fläche nicht. Wenn die Oberfläche der Erde in die erstgenannte Classe fiele, so wäre es leicht, durch bloßes Ablösen dieser Oberfläche eine Karte herzustellen, in welcher die Entfernung und die gegenseitige Lage der Orte genau den wirklich stattfindenden Verhältnissen entsprächen. Allein schlimmer Weise ist die Erde ein Sphäroid und ihre Oberfläche fällt deshalb nicht mit einer ebenen Fläche zu-

sammen. Daraus geht denn hervor, daß es vollständig unmöglich ist, eine Karte zu entwerfen, welche genau ein, wenn auch verkleinertes Bild von der gegenseitigen Lage, der Entfernung der Orte, des Flächeninhalts der Länder u. s. w. gäbe. Man ist deshalb gezwungen, Verfahren aufzusuchen, mittelst deren sich, wenigstens annähernd, diese Verhältnisse wiedergeben lassen.

Man nennt diese Constructionen auch Projectionen, und wendet sie im Allgemeinen für solche Zeichnungen an, welche den Zweck haben, die Dimensionen des Raums und der Körper, die er einschließt, anzugeben. Es giebt zwei Arten von diesen Projectionen: die einen sind perspectivische Darstellungen von der Erde oder von Theilen ihrer Oberfläche; man fertigt sie von verschiedenen Gesichtspunkten aus an; die anderen schließen sich an die Abwicklungsflächen an; d. h. man substituirt der Kugelfläche diejenige developpable Fläche, welche mit ihr die größte Aehnlichkeit hat. Die letztere Art von Karten ist bei den Seefahrern vorzüglich im Gebrauch.

Lambert und nach ihm Bernhard Euler und Lagrange haben die Theorien dieser beiden Arten von Projectionen auf das allgemeine Princip der Transformation der Kreiscoordinaten auf der Kugel zurückgeführt, d. h. sie haben Verfahren angegeben, um die Meridiane und Parallelkreise in anderen krummen oder geraden Linien in einer dem jedesmaligen Zwecke der Karte entsprechenden Weise wiederzugeben.

Nachdem der Augenpunkt für die Constructionen ersterer Art, sowie die Lage der Bildebene bestimmt worden sind, so läßt sich die Projection für jeden Ort einzeln nach den gemeinen Regeln der Perspective anfertigen.

Diese Regeln laufen, wie man weiß, lediglich darauf hinaus, den Punkt zu ermitteln, in welchem die von dem Auge nach dem darzustellenden Objecte gezogene Linie die Bildebene trifft. Allein bei diesem Verfahren, wenn man nämlich jeden Punkt für sich behandeln wollte, würde die Arbeit zur Entwerfung einer nur einigermaßen mit Detail beladenen Karte eine außerordentliche sein. Man beschränkt sich deshalb darauf, die Linien zu construiren, welche die Perspective der Meridiane und Parallelkreise sind. Diese geben in ihrer Verbindung und in ihren Durchschnittspunkten alle geographischen Positionen an.

Wenn man von der Applattung der Erde absieht und sie als eine vollkommene Kugel betrachtet, so werden die nach einem auf der Kugel verzeichneten Kreise gerichteten Sehstrahlen auf der zwischen dieser Kugel und dem Augenpunkt befindlichen Bildebene eine Curve zweiten Grades, unter gewissen Umständen selbst eine gerade Linie abgrenzen. Es scheint, daß man im Anfange bei der Wahl des Augenpunktes und der Lage der Bildebene durch die Leichtigkeit der Ausführung geleitet wurde; man hatte schon zu Ptolemäus Zeit bemerkt, daß, wenn man die Bildebene durch den Mittelpunkt der Kugel legt und den Augenpunkt auf das Ende einer zu diesem Plan senkrechten Linie versetzt, alle Kreise auf der Kugel abermals Kreise auf der Bildebene erzeugen, deren Construction sehr leicht ist und die dabei in den nämlichen Winkeln wie auf der Kugel sich schneiden, in der Art also, daß die rechtwinkligen sphärischen Vierecke, welche zwischen den Meridianen und den Parallelkreisen begriffen sind, auf der Bildebene wieder als rechtwinklige krummlinige Vierecke sich darstellen. Man hat seitdem gefunden, daß die unendlich kleinen Theile

der Kugeloberfläche in dieser Projection ähnliche Figuren annehmen; allein es ist klar, daß diese Aehnlichkeit sich nur auf sehr kleine Flächenstückchen erstreckt. Das sind also die Eigenthümlichkeiten der stereographischen Projection.

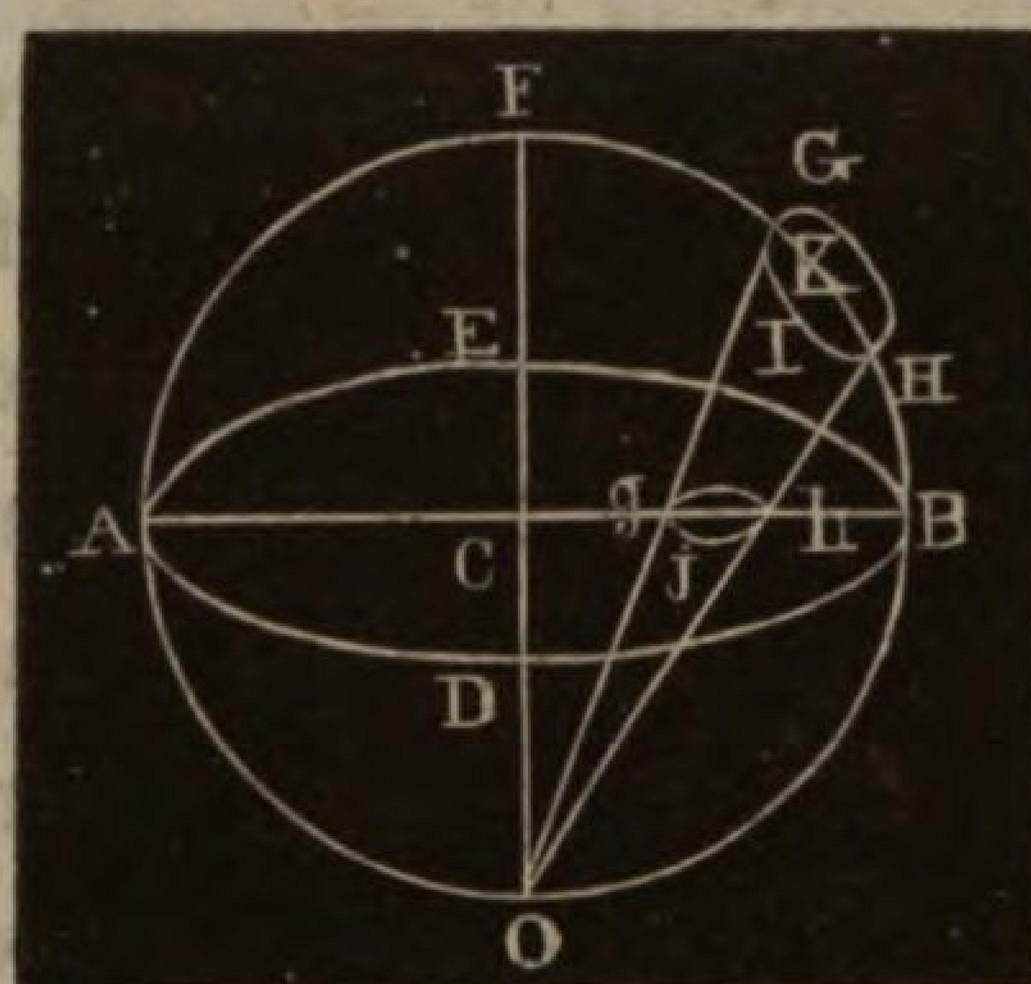
Man wendet sie sehr häufig in dem Falle an, wenn es sich darum handelt, die ganze Halbkugel darzustellen. Wenn man den Umfang der Halbkugel durch den ersten Meridian bilden läßt, so ist die Bildebene zugleich die Ebene dieses Meridians und das Auge befindet sich am Pol dieses Kreises. Ein Blick auf eine in dieser Art entworfene Karte genügt, um zu zeigen, daß die zwischen zwei Meridianen und zwei Parallelkreisen begriffenen Vierecke eine um so größere Ausdehnung haben, je weiter sie sich vom Mittelpunkte des Bildes entfernen und dies in einem sehr beträchtlichen Maße. Man sieht außerdem ein, daß das ungleiche räumliche Verhältniß, in welcher diese Vierecke zu einander stehen, lediglich von der schiefen Lage, welche die Sehstrahlen annehmen, herrührt. Die Sehstrahlen weichen nämlich von der auf der Bildebene zu ziehenden Senkrechten, die man die optische Axe nennt, ab. Diejenigen Vierecke, welche am Rande der Halbkugel sich befinden, nehmen deshalb einen viel größeren Raum ein, als die in der Mitte. Man erhält also hier kein richtiges Bild von der wirklichen Ausdehnung der Länder.

Da die nach dieser Projectionsart angefertigten Karten immer nur eine Halbkugel darstellen, so ist man genöthigt, wenn man sich ein Bild von der ganzen Erde verschaffen will, zwei Karten zu entwerfen. Hier kann man nun dem Kreis, welcher die beiden Halbkugeln trennen soll, eine unterschiedliche Lage geben. Man kann ihn durch den Aequator gehen lassen, dann ist der Erdpol der

Augenpunkt, oder durch irgend einen Meridian; man kann aber auch jeden andern Ort der Erde als Augenpunkt annehmen und erhält in diesem Fall eine Karte, deren Umgrenzung durch den Horizont des Ortes gebildet wird. Alle diese verschiedenen Kartensorten haben ihre Vorzüge, je nach dem Zwecke, welchem sie dienen sollen.

Wir wollen nun das Verfahren bei der eben angegebenen Projectionsart durch ein Beispiel erläutern. Denken wir uns (Fig. 30.), das Auge befinde sich in *O*, so wird die Ebene *ADBE*, die durch den Mittelpunkt *C* der Erde gelegt ist, zugleich die Bildebene sein. Sie steht senkrecht auf dem Sehstrahl *OC*.

Fig. 30.



Irgend ein Kreis, *GJH*, den man auf der Oberfläche der Kugel zieht, bildet die Grundfläche eines Kegels, dessen Spitze in *O* liegt. Der Durchschnitt *gih* des Kegelmantels mit dem Plan *ADBE* ist die Projection des Kreises *GJH*. Die Ebene *AFBO*, gelegt durch die Linie *OF* und durch den Mittelpunkt *K* des Kreises *GJH*, schneidet die Ebene *GJH* und *ADBE* in einem rechten Winkel. Es ergiebt sich daraus ein Mittel, um die Größe der Winkel kennen zu lernen, welche diese Ebenen mit den Seiten *OG* und *OH* des Kegels bilden. Man sieht, daß der Winkel *OGH*, dessen Scheitel im Umfange des Kreises *GJH* liegt, zum Maß die Hälfte des Bogens *OBH* hat. Er ist ferner dem Winkel *Ohg* gleich, der zwischen dem Mittelpunkt und dem Umfange liegt und die Hälfte der Summe der Bögen *HB* und *AO* zum Maße hat; weiter ist der Winkel *O* den beiden

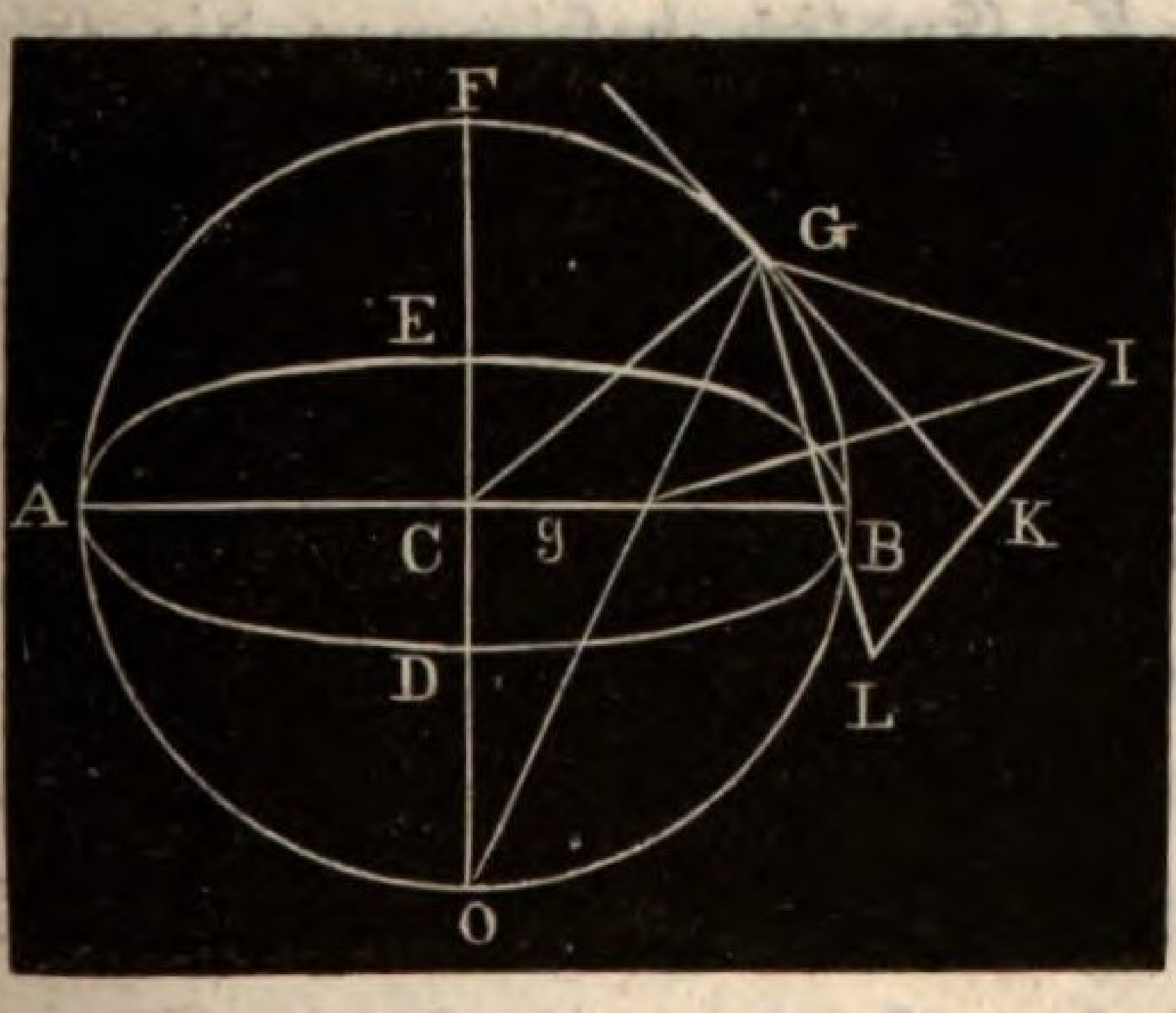
Dreiecken *OGH* und *Ogh* gemeinschaftlich; es geht daraus hervor, daß die Winkel *OHG* und *Ogh* gleich sind. Es ist also der Kegel *OGJH* antiparallel mit seiner Basis durch die Ebene *ADBE* geschnitten, also ist auch, wie die analytische Geometrie lehrt, *gih* ein Kreis.

Dieser letztere bildet also die Projection des Kreises *GJH* und ist dann bestimmt, wenn man die Größe und die Lage seines Durchmessers kennt; um sie zu erhalten, genügt es, auf der Ebene *AOBF* das Dreieck *GOH* zu construiren, nach welchem diese Ebene den Kegel *OGJH* schneidet, die Linie *AB*, welche nun die Projectionsebene bezeichnet, schneidet das Dreieck *OGH* in dem Durchmesser *gh* der verlangten Projection.

Die zweite Eigenschaft der stereographischen Projection besteht darin, daß der Winkel, unter welchem die Kreise auf der Kugel sich schneiden und ihre Projectionen auf der Bildebene gleich werden. Dies erhellt sehr einfach aus Folgendem.

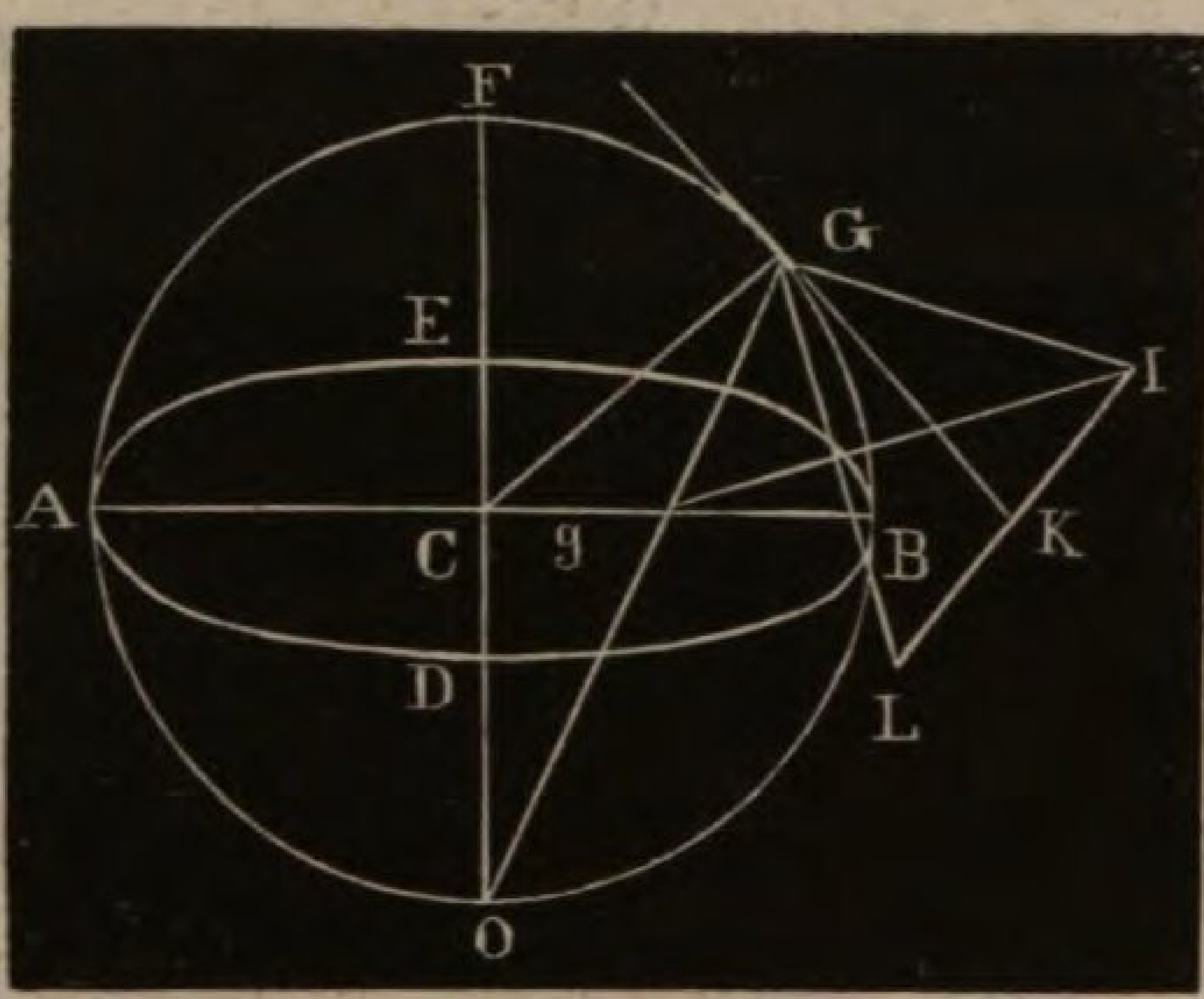
Durch den Punkt *G* (Fig. 31.), wo irgend zwei Kreise auf der Kugel sich schneiden, und durch die gerade Linie *OF*, welche senkrecht vom Augenpunkt nach der Bildebene geht, legt man die Ebene *AOBF*, sodann zieht man den beiden Kreisen zwei Tangenten *GJ* und *GL* und verlängert sie soweit, bis sie die verlängerte Ebene *ADBE* treffen; wir haben in der vorstehenden Figur diese Linien

Fig. 31.



nicht so weit ausgezogen, um dieselbe nicht zu complicirt zu machen Durch die beiden Tangenten, welche die Oberfläche der Kugel berühren, ist die Ebene *JGL* bestimmt, die senkrecht auf dem Halbmesser *CG* steht. Die Ebene *JGL* steht wieder senkrecht auf der Ebene *AOBF* und diese schneidet die Ebene *ADBE* in einem rechten Winkel. Die beiden Ebenen *GJL* und *ADBE* sind also zu der Ebene *AOBF* senkrecht; sie schneiden sich nach der

Fig. 32.



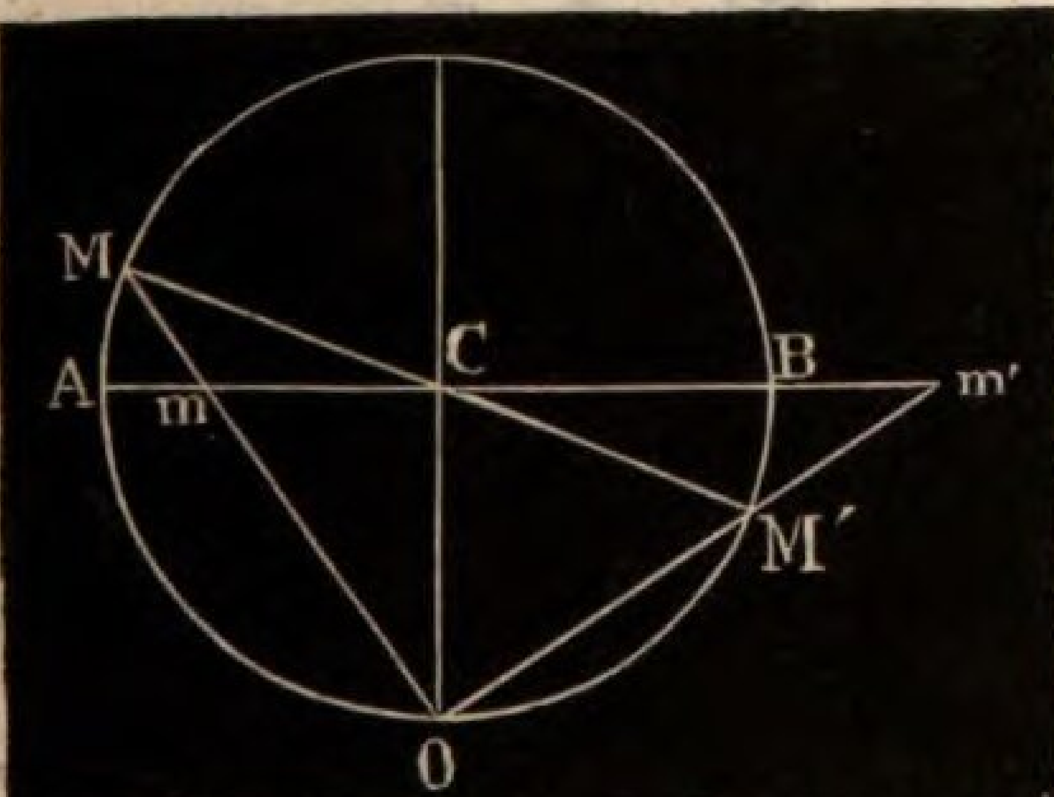
geraden Linie *JL* und diese steht wieder auf *AOBF*, sowie auf *CK* (der Verlängerung von *CB*) senkrecht, desgleichen auf *GK*, welche den Kreis *AOBF* in *G* berührt. Weiter sind der Winkel *KGg* und *KgG* einander gleich; der erstere hat zum Maße die Hälfte der Summe der Bögen *GB* und *BO*, der zweite die Hälfte der Summe von den Bögen *GB* und *AO*, wovon letzterer gleich *BO* ist; es ist deshalb *GK* gleich *gK*. Endlich bestimmen die Ebenen, gezogen durch die Gesichtslinie *OG* und durch die Geraden *GJ* und *GL*, welche die auf die beiden Kreise construirten Kegel berühren, in ihren Durchschnitten *gJ* und *GL* mit der Bildebene die Tangenten der Projectionen der beiden Kreise; die Winkel *JGL*, unter welchem sie sich schneiden, wird derjenige sein, welcher zwischen den beiden Projectionen selbst begriffen ist. Halten wir dieses fest, so folgt aus dem Vorhergehenden, daß die Dreiecke *JGK* und *JgK* in dem Punkt *K* rechtwinklig sind. Sie

haben nämlich die Seite JK gemeinschaftlich und die Seiten GK und gK gleich; es sind demnach auch die Winkel JGK und JgK einander gleich, ferner die Winkel JGL und JgL. Demnach ist bewiesen, daß zwei Kreise auf der Kugel sich unter dem nämlichen Winkel schneiden, wie die Projectionen dieser beiden Kreise auf der Bildebene.

Es kann vorkommen, daß die Geraden JG und JL beide auf die nämliche Seite von GK fallen; der Beweis bleibt alsdann der nämliche, nur wird dann der Winkel JGL die Differenz anstatt die Summe der beiden Winkel JGK und KGL sein.

Wenn die Karte auf die durch den ersten Meridian gelegte Ebene angefertigt wird, so befindet sich der Gesichtspunkt auf dem Mittelpunkt der Halbkugel, welche der darzustellenden Geraden entgegengesetzt ist, also in Folge dessen auf dem Durchschnittspunkt des Aequators und desjenigen Meridians, welcher die darzustellende Halbkugel in zwei gleiche Theile zerlegt. Um die Projectionen der Meridiane zu bilden, bemerken wir, daß die Linie AB (Fig. 33.) die Projection des Aequators vorstellt; nehmen wir nun den Bogen AM gleich der Länge des Meridians an, dessen Projection wir suchen, ziehen wir durch den Punkt O aus nach M hin die Gesichtslinie OM, so giebt diese in m die Projection des Punktes M an. Zieht man weiter durch M', welches M diametral entgegengesetzt ist, die Gesichtslinie $M'O$, so erhält man den Winkel MOM', der durch die beiden Seiten des Kegels gebildet wird, welcher den Umfang schneidet, auf dem

Fig. 33.



M und M' liegen. Verlängert man nun AB und $M'O$ bis sie sich in m' begegnen, so wird mm' der Durchmesser der Projection des Meridians sein, welcher durch den Punkt M geht.

Wir haben vorhin gesehen, daß man der Bildebene und somit auch dem Augenpunkt eine unterschiedliche Lage geben kann und daß in Folge dessen drei verschiedene Projectionsarten entstehen. Wir wollen nun das Verfahren, dessen man sich bei der Anfertigung desselben bedient, in der Kürze angeben.

Bei der stereographischen Aequatorialprojection nimmt man an, der Augenpunkt befinde sich auf dem Aequator und zwar an dem andern Ende des Durchmessers, welcher durch den Durchschnittspunkt des Aequators und des Meridians geht, welcher sich in der Mitte des zu verzeichnenden Landes befindet. Die Bildebene wird in diesem Falle durch den Meridiankreis vorgestellt, welcher auf diesem Durchmesser senkrecht steht.

Man ersieht sehr leicht, daß bei dieser Projection die Grade des Aequators und der Parallelkreise von dem Umfang des äußersten Meridians gegen den mittleren Meridian sich mehr und mehr verkürzen. Ebenso findet man, daß die Breitegrade vom Aequator nach dem Pol hin zunehmen. Diese beiden Umstände bewirken, daß man mittelst der stereographischen Aequatorialprojection kein getreues Bild von der Erdoberfläche erhält, und es sind dies die wesentlichsten Nachtheile dieser Projection, welche übrigens, wie vorhin angegeben, auch mancherlei Vorzüge besitzt.

Bei der stereographischen Polarprojection nimmt man an, die Bildebene gehe durch den Mittelpunkt der Erde und stehe senkrecht auf der Erdaxe, das Auge dagegen be-

findet sich in demjenigen Pole, welcher nicht auf der abzubildenden Hemisphäre gelegen ist.

Bei dieser Projectionsart befindet sich der Pol in der Mitte der Karte; die projectirten Meridiane bilden gerade Linien und laufen im Pol zusammen. Die Parallelkreise stehen um so weiter von einander ab, je mehr sie sich vom Pol entfernen.

Bei der stereographischen Horizontalprojection wird als Augenpunkt das andere Ende des Durchmessers, welcher durch die Mitte des abzubildenden Landes geht, angenommen. Die Bildebene ist in diesem Fall diejenige Fläche, welche durch den Mittelpunkt der Kugel geht und auf diesem Durchmesser senkrecht steht.

Die bisher betrachteten stereographischen Projectionsarten setzen voraus, daß das Auge auf der Erde selbst seinen Ruhepunkt habe. Eine andere Projectionsmethode, die orthographische, weicht hiervon ab; sie nimmt an, das Auge befinde sich in einer unendlich weiten Entfernung von dem Mittelpunkt der Erde; alle die Sehstrahlen, welche von irgend einem Kreis nach dem Augenpunkt geführt werden, hüllen daher keinen Kegel, sondern einen Cylinder ein. Die Projectionen der Parallelkreise können nun wieder Kreise, oder sie werden Ellipsen sein, je nachdem die Bildebene der Ebene eines Parallelkreises parallel ist oder eine schiefe Lage gegen dieselbe hat. Wir betrachten hier nur den ersteren Fall, nach welchem auch die orthographische Projectionsmethode ihren Namen führt.

Je nach der Lage der Bildfläche unterscheidet man drei orthographische Projectionsarten, die orthographische Aequatorial-, die orthographische Polar- und die orthographische Horizontalprojection.

Bei der orthographischen Aequatorialprojection nimmt man die Bildebene der Erdaxe parallel an. Sie dient zur Entwerfung der Mondkarten. Bei dieser Projectionsart erscheinen die Parallelkreise als gerade Linien, die Meridiane dagegen als Ellipsen.

Bei der orthographischen Polarprojection nimmt man die pojicirende Ebene senkrecht auf die Erdaxe, also parallel dem Aequator, an. Hier ist die Projection der Erdaxe keine Linie, wie vorhin, sondern ein Punkt. Der Aequator und die Parallelkreise erscheinen wieder als Kreise und zwar in unveränderter Größe. Ihr Mittelpunkt wird durch die Projection der Erdaxe gebildet. Die Projectionen der Meridiane sind durch die Halbmesser des Aequators vorgestellt; sie bilden auf der Karte die nämlichen Winkel mit einander, wie die eigentlichen Meridiane auf der Kugel und stehen auf den Parallelkreisen senkrecht. Bei dieser Projectionsart wird der Flächenraum zwischen zwei Parallelkreisen um so mehr verkürzt erscheinen, je weiter diese Kreise vom Pol entfernt liegen.

Bei der orthographischen Horizontalprojection nimmt man als Bildebene eine Fläche an, welche der Erdoberfläche an der Mitte des zu verzeichnenden Landes parallel ist. Man kann natürlich auch annehmen, die Bildebene gehe durch den Mittelpunkt der Erde.

Wir haben noch eine andere Sorte von Projectionen zu betrachten, nämlich die centralen. Bei diesen geht man von der Voraussetzung aus, das Auge befinde sich im Mittelpunkt der Erde.

Bei der Polarcentralprojection nimmt man an, die Bildebene sei der Erdoberfläche in einem ihrer Pole tan=

gent; offenbar ist in diesem Falle die Bildfläche der Ebene des Aequators parallel.

Hier projicirt sich also die Erdaxe als ein Punkt, die Meridiane dagegen erscheinen als gerade Linien, deren Winkel die nämlichen sind als die Winkel, welche die Meridiane auf der Erdkugel mit einander bilden. Die Parallelkreise werden als Kreise projicirt.

Bei der Aequatorialcentralprojection nimmt man an, die Bildebene sei der Erdoberfläche in einem Punkt des Aequators tangent. Hier sind also die Projectionen der Meridiane gerade Linien, welche auf der perspectivischen Projection des Aequators senkrecht stehen. Die Projectionen der Parallelkreise erscheinen als hyperbolische Bogen.

Bei der Horizontalcentralprojection wird als Bildebene eine die Erdoberfläche in der Mitte des zu verzeichnenden Landes tangirende ebene Fläche angenommen. Die Parallelkreise können hier, je nach der Lage der Bildebene, Bogen einer Ellipse, Parabel oder Hyperbel sein.

Wir wollen hier noch einiges Wenige über die Karten nach der Projection von Merkator, welche bei den Seefahrern gebräuchlich sind, bemerken.

Wäre die Erdoberfläche eine ebene, so würde die kürzeste Entfernung zwischen zwei Punkten eine gerade Linie sein. Um nun von dem einen Punkt zum anderen zu kommen, hätte man nur einmal die Direction der Linie, welche diese beiden Punkte verbindet, auszumitteln. Man muß wohl bemerken, daß die Seefahrer auf der Erdkugel nicht den kürzesten Weg einschlagen, der immer ein größter Kreis ist, denn die Boussole, deren sie sich zur Bestimmung der Richtung des Schiffslaufes bedienen, zeigt nicht unmittelbar

den kürzesten Weg, sondern denjenigen an, welcher die verschiedenen Meridiane unter gleichen Winkeln schneidet.

Der Niederländische Geograph Gerhard Merkator und der Engländer Eduard Wrigth haben nun eine Methode zur Construction der Karten aufgefunden, welche den Bedürfnissen der Seefahrer vollständig Genüge leistet. Die Meridiane sind auf ihren Karten durch gerade parallele Linien vorgestellt, welche sich in gleichen Abständen von einander befinden und durch die dem Aequator parallelen Breitenkreise unter rechten Winkeln geschnitten werden. Dabei ist aber die Einrichtung getroffen, daß die Zwischenräume der Parallelkreise gegen die Pole hin zunehmen und zwar dies in dem nämlichen Verhältniß, in welchem die Längengrade eigentlich abnehmen müßten. Diese Projectionsmethode hat zur Folge, daß der Flächenraum des Landes nach dem Pol hin vergrößert erscheint; dabei behalten aber die Grade der Parallelkreise und der Meridiane das richtige Verhältniß, in welchem sie zu einander stehen, bei.

Sonstige Methoden zum Entwurf von Karten.

Die bisher angegebenen Projectionsarten kommen vorzüglich dann in Anwendung, wenn es sich darum handelt, eine volle Halbkugel oder doch einen schon größern Theil der Erdoberfläche abzubilden. Solche Karten nennt man Generalkarten. Sie geben immer nur ein ungenaues Bild von der gegenseitigen Lage der Punkte auf unserer Erde und stellen auch den Flächeninhalt nicht richtig dar. Wenn daher die Aufgabe gestellt ist, einen kleineren Theil der Erdoberfläche mit großer Genauigkeit abzubilden, wie dies bei den Specialkarten verlangt wird, so muß man sich anderer Methoden zum Entwurf der Karten bedienen.

Für kleinere Länderstrecken erreicht man seinen Zweck vollständig, wenn man den Meridian= und Parallelgraden gleiche Größe giebt. Eine Karte dieser Art, Plankarte genannt, besteht aus lauter Quadraten von gleichen Inhalten.

Ist nun die Länge und Breite eines Punktes, etwa durch astronomische Bestimmung, bekannt, so ist es ganz leicht, die Lage dieses Punktes in die Karte einzutragen.

Doch nur für kleinere Länderstrecken ist die Methode

der Plankarten anwendbar. Für größere taugt sie aus dem Grunde nicht, weil in diesen die Parallelgrade in der Natur schon zu bedeutende Unterschiede zeigen.

Wenn man also alle Parallelkreise auf der Karte als gerade Linien einträgt und auch den Graden dieser Kreise gleiche Größe giebt, so werden die dem Pol näher liegenden Kreise die nämlichen Dimensionen erhalten, wie die zunächst dem Aequator befindlichen und wie der Aequator selbst; wie groß der Fehler sei, welchen man dadurch begeht, ergiebt sich aus der nachstehenden Tafel.

Unter der Breite von	beträgt die Größe eines Grades des Parallelkreises
0°	57012 Toisen
1°	57004 »
2°	56978 »
3°	56934 »
4°	56873 »
5°	56795 »
6°	56700 »
7°	56587 »
8°	56457 »
9°	56310 »
10°	56147 »
11°	55965 »
12°	55767 »
13°	55551 »
14°	55319 »
15°	55070 »
16°	54803 »
17°	54521 »

Unter der Breite von	beträgt die Größe eines Grades des Parallelkreises
18°	54222 Toisen
19°	53906 »
20°	53574 »
21°	53226 »
22°	52861 »
23°	52480 »
24°	52083 »
25°	51671 »
26°	51242 »
27°	50798 »
28°	50339 »
29°	49864 »
30°	49374 »
31°	48869 »
32°	48349 »
33°	47815 »
34°	47266 »
35°	46702 »
36°	46124 »
37°	45532 »
38°	44927 »
39°	44307 »
40°	43674 »
41°	43027 »
42°	42369 »
43°	41696 »
44°	41012 »
45°	40314 »
46°	39605 »

Unter der Breite von	beträgt die Größe eines Grades des Parallelkreises
47°	38883 Toisen
48°	38148 »
49°	37403 »
50°	36647 »
51°	35879 »
52°	35101 »
53°	34311 »
54°	33512 »
55°	32701 »
56°	31881 »
57°	31051 »
58°	30212 »
59°	29364 »
60°	28506 »
61°	27640 »
62°	26765 »
63°	25883 »
64°	24993 »
65°	24094 »
66°	23189 »
67°	22276 »
68°	21357 »
69°	20431 »
70°	19500 »
71°	18561 »
72°	17618 »
73°	16669 »
74°	15715 »
75°	14756 »
76°	13793 »

Unter der Breite von	beträgt die Größe eines Grades des Parallelkreises	
77°	12825	»
78°	11853	»
79°	10878	»
80°	9900	»
81°	8919	»
82°	7935	»
83°	6948	»
84°	5959	»
85°	4969	»
86°	3977	»
87°	2984	»
88°	1990	»
89°	995	»

Die Nachtheile der sogenannten Plankarten werden zum Theil aufgehoben durch die Projection von Cassini, welche bei der Anfertigung einer Karte von Frankreich von diesem Gelehrten in Anwendung gebracht wurde. Da indessen die Cassini'sche Methode sich nicht bedeutend von der so eben angegebenen unterscheidet und bei ihr die Länder an den Rändern vergrößert werden, so wollen wir uns mit derselben hier nicht weiter aufhalten.

Wir gehen zu einer andern Sorte von Karten über, nämlich zu denjenigen, welche man durch Abwicklung einer von der Kugelfläche nicht zu sehr verschiedenen Fläche erhält.

Wir haben bereits an einem andern Orte (im vorigen Abschnitt) bemerkt, daß die Kugelfläche sich nicht abrollen und in eine glatte Ebene ohne Riß oder Faltung ausbreiten läßt. Man kann nun aber um die Kugel einen Kegel be=

schreiben, welcher mit derselben in irgend einem Kreis genau zusammenhängt.

Es sei *A* (Fig. 34) die Mitte desjenigen Landes, welches wir mittelst einer Karte abbilden wollen, *AB* der Parallelkreis, welcher durch *A* geht. Ziehen wir diesem Parallelkreis Tangenten an allen seinen Punkten, so werden jene in dem Punkt *C* zusammenstoßen und damit eine Kegelfläche beschreiben, welche das darzustellende Land in dem Kreis *AB* berührt und deren Spitze in *C* liegt. Schneiden wir nun die Kegelfläche bei *B* der Länge nach auf, so erhalten wir eine Figur, welche von zwei Seiten durch gerade Linien *DE*, *FG* (Fig. 35) von den zwei anderen Seiten

Fig. 34.

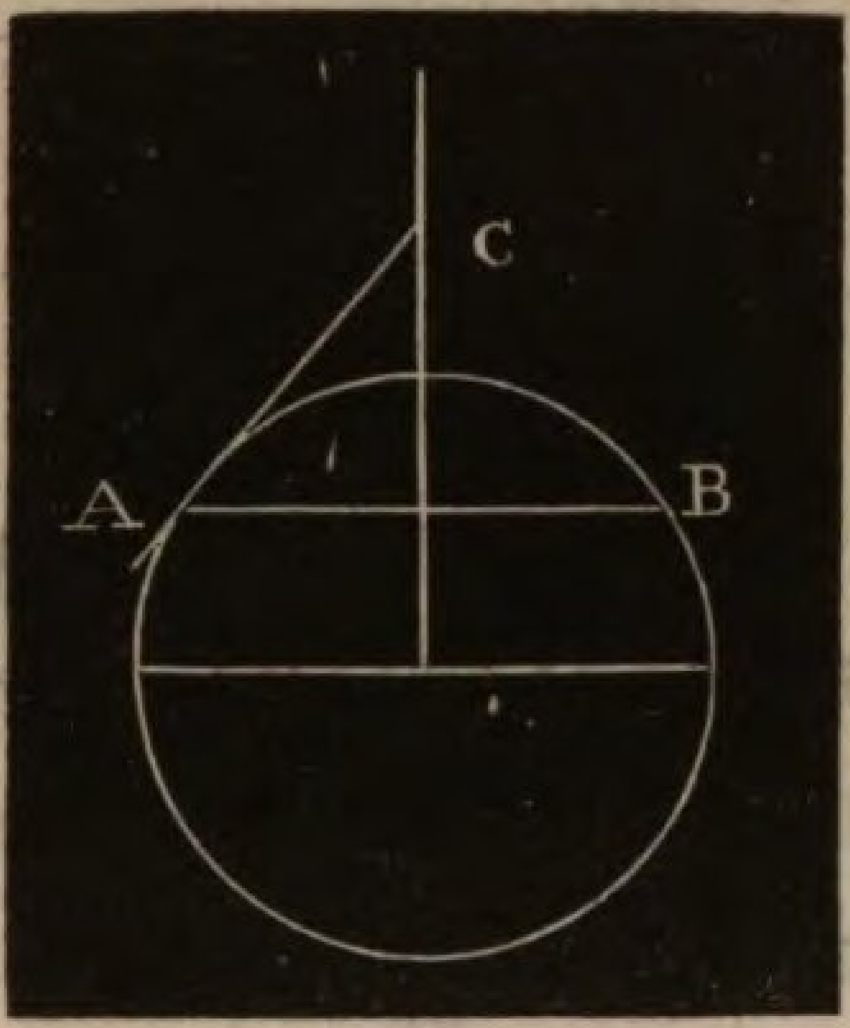
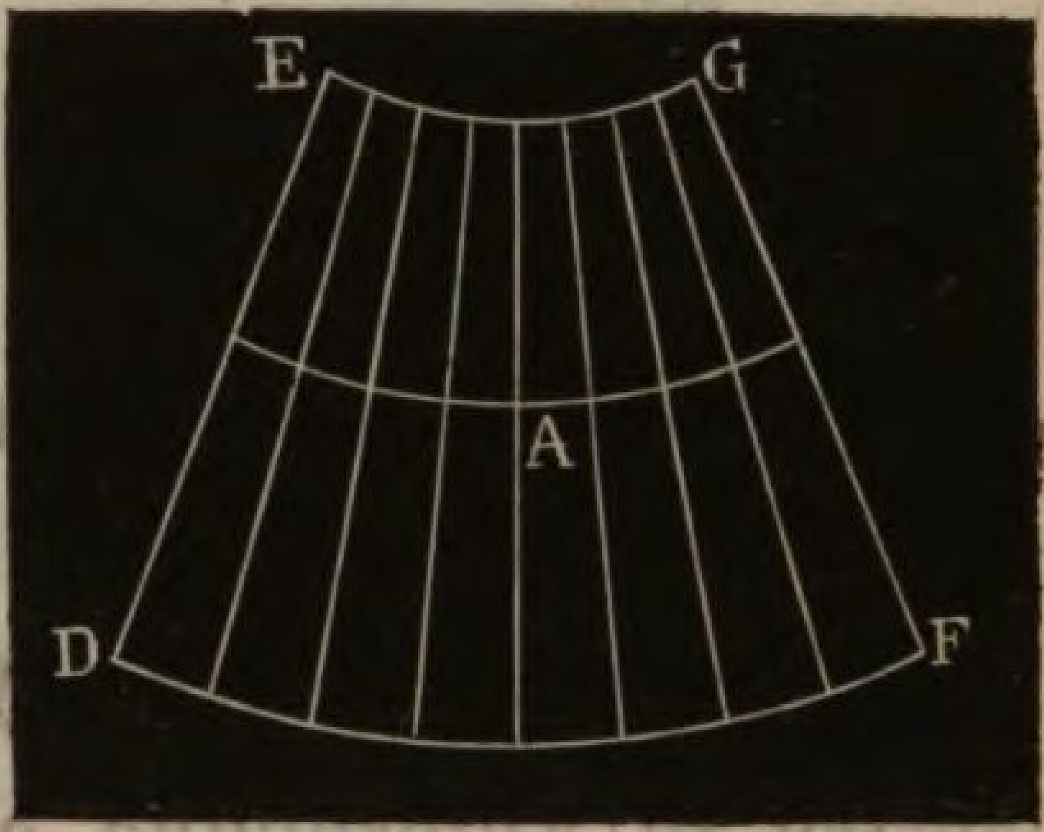


Fig. 35.



durch Theile von Kreisbögen, *EG* und *DF*, eingeschlossen ist.

Diese Methode hat den Vorzug, daß der Parallelkreis, welcher durch die Mitte des Landes geht, ungeändert bleibt und daß die Breitenkreise von den Meridianen in rechten Winkeln geschnitten werden. Doch wird man sich auch leicht von den Nachtheilen der Kegelprojection überzeugen. Offenbar wird derjenige Theil des Landes, welcher unterhalb *A* nach dem Aequator hin gelegen ist, in seinen Flächendimensionen verkürzt, dagegen der oberhalb *A* nach dem

Pol hin befindliche Theil des Landes weiter ausgedehnt, als es in der Wirklichkeit der Fall ist.

Die Kegelprojection ist deshalb nur für solche Länder anwendbar, welche in der Richtung des Parallelkreises eine größere Dimension, als in der Richtung des Meridians besitzen.

Eine andere Projectionsart ist die von Flamsteedt in Vorschlag gebrachte. Sie besteht ganz einfach darin, daß man zuerst eine gerade Linie auf das Papier zieht, welche den durch die Mitte des darzustellenden Landes gehenden Meridian bezeichnen soll. Diese Linie theilt man in Grade oder in Theile von Graden ein und zieht durch die Theilungspunkte senkrechte Linien. Auf diese Senkrechten, welche die Parallelkreise vorstellen, trägt man diejenigen Werthe der Grade der Parallelkreise ein, wie sie aus der in diesem Abschnitt mitgetheilten Tabelle entnommen werden können.

Hier werden also die Parallelkreise in ihrer richtigen Größe abgebildet. Allein dieser Gewinn wird nur auf Kosten der richtigen Dimensionen der Meridiane erkauft. Ein Blick auf die Figur lehrt nämlich, daß die Meridiankreise um so größer werden, je mehr sie sich von dem mittlern Meridian entfernen. Daß hierdurch ein Fehler begangen wird, liegt vor Augen; denn auf der Kugel haben alle Meridiane gleiche Größe.

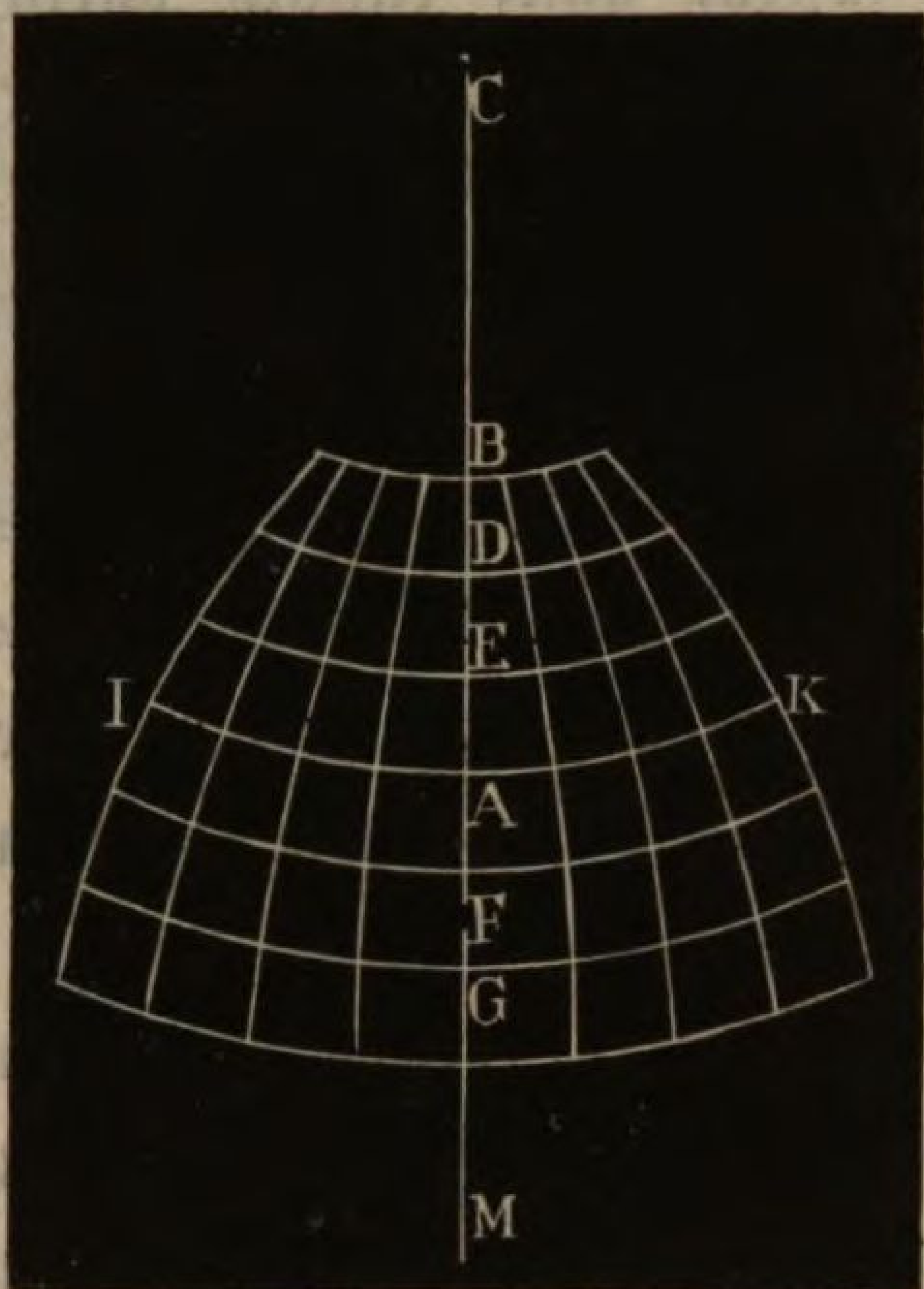
Ein weiterer Nachtheil der Flamsteedt'schen Projection besteht darin, daß die Parallelkreise von den Meridianen in um so spitzeren Winkeln geschnitten werden, je näher die Parellelkreise bei dem Vereinigungspunkt sämmtlicher Meridiane gelegen sind.

Bonne hat eine Projectionsmethode aufgefunden, welche wir ihrer vorzüglichen Eigenschaften wegen etwas

näher betrachten müssen. Sie hat einige Aehnlichkeit mit der vorigen, ist aber von den Nachtheilen derselben frei.

Es sei *A* die Mitte des abzubildenden Landes; ziehen wir in *A* eine Tangente *AC* (Fig. 34) und einen Parallelkreis *IK*. Tragen wir jetzt auf dem Papier eine Linie *CM* (Fig. 36) auf, welche die Tangente in ihrer Verlängerung vorstellen soll, so wird *CM* auch den durch *A* gehenden Meridian bezeichnen. *CM* theilen wir jetzt nach Graden u. s. w. ein und ziehen erst durch *A*, dann durch die übrigen Punkte *B, D, E, F* .... mit den Halbmessern *CA, CB, CD, CE, CF, CG* Kreisbögen. Auf diese Kreisbögen tragen wir die Grade der Parallelkreise in einer ihren natürlichen Verhältnissen entsprechenden Größe auf; dazu benutzen wir wieder die im Vorhergehenden mitgetheilte Tabelle. Die Theilungspunkte der Parallelkreise, welche mit der nämlichen Zahl bezeichnet werden müssen, verbinden wir durch einen Zug aus freier Hand und erhalten so die Meridiane.

Fig. 36.



Bei der Bonne'schen Projection werden also, wie bei der Flamsteedt'schen, die Parallelkreise nach ihren natürlichen Verhältnissen abgebildet, dagegen weichen bei ersterer die Meridiane in ihrer Größe nicht so sehr von einander ab, auch schneiden dieselben die Parallelkreise in

beinahe rechten Winkeln. Die gegenseitige Lage der Punkte auf der Karte bleibt mit derjenigen auf dem Lande selbst eine ähnliche und auch die Flächengehalte der einzelnen Theile des zu kartirenden Landes stehen in einem angemessenen Verhältniß zu ihren Verzeichnungen auf dem Papier.

Man hat noch viele andere Projectionsmethoden erfunden, die wir aber um deswillen übergehen wollen, weil sie uns kein besonderes Interesse darbieten.

Von der Bestimmung der Dichtigkeit der Erde.

Eine der großartigsten Aufgaben, welche der Mensch sich stellen kann, ist unstreitig die, das Gewicht der gesammten Erdkugel zu bestimmen, denn damit kennt man auch die Dichte derselben.

Unter Dichte versteht man das Gewicht der Einheit des Volumens. Weiß man also das Gewicht der ganzen Erde, so ist es sehr leicht, die Dichte daraus abzuleiten. Man dividirt dieses Gewicht durch die Anzahl Kubikmeilen, Kubikfuße, Kubikzolle u. s. w., welche die Erde enthält; es ergiebt sich dann die Dichte für die genannten Maßeinheiten.

Wäre die Erde eine homogene Masse, so fiele es nicht schwer, ihr Gewicht auszumitteln. Man hätte nur einen Kubikfuß, Kubikzoll u. s. w. dieser Masse anzufertigen, diesen zu wiegen und mit der Anzahl Kubikfuße, Kubikzolle u. s. w., welche den Rauminhalt der Erde ausmachen, zu multipliciren. Das so gewonnene Product würde das Gewicht der Erde vorstellen.

Das eben angegebene Verfahren ist deswegen unstatthaft, weil die Erde nicht eine homogene Masse, sondern

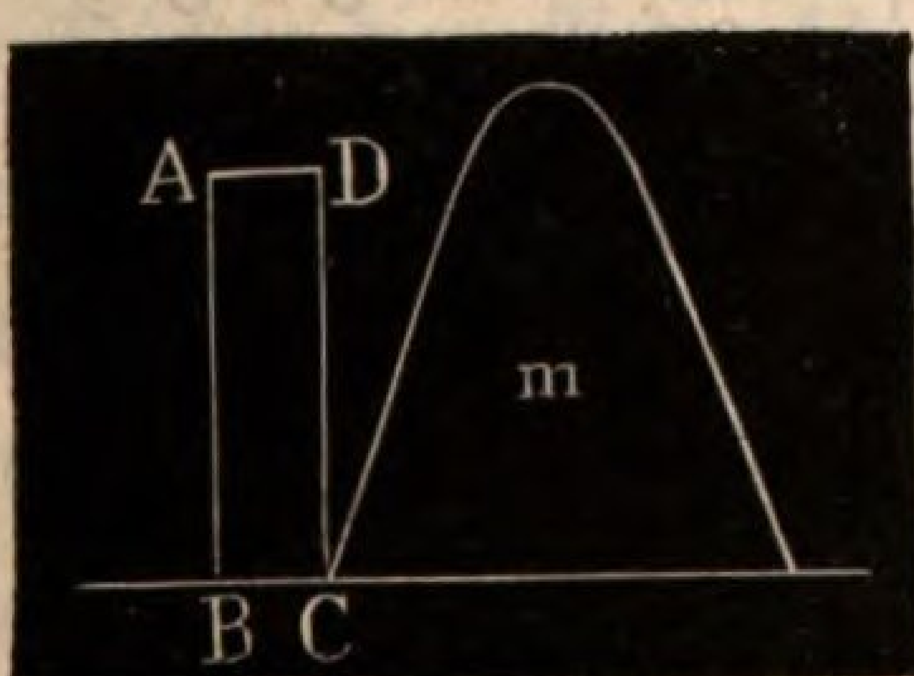
aus sehr verschiedenartigen, ungleich schweren, Substanzen zusammengesetzt ist. Einige von ihnen, wie die luftförmigen, sind sehr leicht; bezieht man das Gewicht der übrigen auf das Wasser als Einheit, so findet man, daß das Gewicht der meisten Gesteine dasjenige des Wassers um das Zwei- bis Dreifache übertrifft, während man Metalle aufgefunden hat, die über zwanzigmal schwerer als das Wasser sind.

Hier ist man also in Verlegenheit, welchen Stoff man als denjenigen anzusehen habe, durch den das mittlere Gewicht der Erde repräsentirt ist. Man weiß nicht, ob die Gesteine oder die Metalle den größern Theil der Erdmasse constituiren.

Eine schon von Bouguer und Condamine gelegentlich der Gradmessung in Südamerika in Anwendung gebrachte Methode zur Ermittlung der Dichtigkeit der Erde gründet sich auf die Abweichung des Bleilothes, wenn dieses in der Nähe einer schweren Masse sich befindet.

Das Princip dieser Methode ist folgendes. Es sei (Fig. 37) AB die Richtung der wahren Vertikalen, bestimmt aus astronomischen Beobachtungen, m ein Berg, welcher das Bleiloth aus der Lage AB in die Lage AC ablenkt. In diesem Falle können wir, weil der Pendel sich nicht geradezu völlig gegen den Berg hinwendet, sondern durch die Richtung AC auch noch der Schwerkraft Rechnung trägt, die Richtung AC als die Resultirende von zweien Kräften ansehen, nämlich von der Schwerkraft und der anziehenden Kraft des Berges. Zerlegen wir nun AC in die beiden Seiten-

Fig. 37.



kräfte AB und $AD = BC$, so wird die Seitenkraft AB die Intensität der Schwere, BC die anziehende Kraft des Berges vorstellen.

Die angewandte Mathematik lehrt nun, daß die Anziehungen zweier Körper direct proportional sind ihren Massen und umgekehrt proportional den Quadraten der Entfernungen.

Nennen wir die Masse der Erde M, die des Berges m, den Halbmesser der Erde R, die Entfernung des Pendels bis zum Schwerpunkt des Berges r, so haben wir die Gleichung

$$\frac{M}{R^2} = \frac{m}{r^2},$$

woraus, wenn m und r bekannt ist, M sich leicht herleiten läßt, da man ja den Halbmesser der Erde durch die früher erwähnten geodätischen Messungen genau kennt.

Es handelt sich also darum, r und m ausfindig zu machen. Maskelyne und Hutton benutzten hierzu in den Jahren 1774 bis 1776 den Berg Shehallien in Pertshire in Schottland. Dieser schien ihnen wegen seiner isolirten Lage ganz vorzüglich zu diesem Zwecke geeignet. Das Gestein war gleichförmig dicht; es enthielt der Berg keinerlei Höhlungen, welche hätten verursachen können, daß das gewonnene Resultat mit Irrthümern behaftet gewesen wäre. Er bestand nämlich aus Quarz, Glimmerschiefer und älterm Kalkstein, welche fest auf einander gelagert waren.

Die Abweichung des Pendels wird am besten auf zwei Seiten des Berges und zwar in der Richtung des Meridians gemessen. Der Berg Shehallien bot auch zu diesem Behufe die geeignetste Form dar, weil er sich von

Süden nach Norden weniger, als von Osten nach Westen hin erstreckte.

Der genannte Berg hatte eine ziemlich regelmäßige, doch nicht geradezu eine rein geometrische Figur. Um seinen Inhalt zu erfahren, dachten sich Maskelyne und Hutton denselben in horizontale Scheiben zerlegt. Von jeder dieser Scheiben konnte der Umfang durch directe Messung und die Höhe durch Nivellement mittelst der Wasserwaage gefunden werden; den Böschungswinkel bestimmte man mit Hülfe eines Gradbogens. Nachdem diese Elemente festgestellt waren, fiel es leicht, den Inhalt jeder Scheibe zu bestimmen, wobei man dieselbe als einen abgestutzten Kegel ansehen konnte.

Nun hatte man noch die Masse zu berechnen. Dazu nahm man aus jeder Scheibe ein bestimmtes Volum heraus und wog dasselbe, aus dem gefundenen Gewicht, seinem Volum und dem bekannten Volum der Scheibe ergab sich das Gewicht der letztern, und aus der Summe der Gewichte aller Scheiben das Gewicht des ganzen Berges.

Maskelyne fand auf dem eben beschriebenen Wege die Dichte der Erde $4^7/_{10}$mal größer als die des Wassers. Da man nun allgemein das Gewicht des Wassers als Einheit ansieht, so kann man auch sagen, daß nach obigen Versuchen die Dichte der Erde zu $4^7/_{10}$ bestimmt wurde.

Maskelyne verfuhr in der Wirklichkeit nicht ganz genau so, wie wir oben angegeben haben; wir haben, um den Leser das Princip seiner Methode klar erblicken zu lassen, uns einige Abweichungen erlauben müssen. Zu bemerken ist nur noch, daß Playfair das Gewicht der Steinarten

und die Structur des Berges untersuchte. Es ergab sich daraus, daß die Erde fast noch einmal so dicht, als die Masse des Berges war.

Hutton, der, wie bemerkt, an Maskelyne's Operation Antheil genommen hatte, machte den weitern Vorschlag, eine ägyptische Pyramide, deren Form genau geometrisch ist, zur Dichtigkeitsbestimmung zu benutzen; so viel wir wissen, ist aber dieser Vorschlag niemals zur Ausführung gekommen.

Eine andere Methode, welche auf die Kenntniß der Dichte der Erde führt, bietet das Pendel in seinen Schwingungen dar.

Für die Pendelschwingungen gilt das vorhin ausgesprochene Gesetz. Sie werden nämlich um so häufiger in einer gegebenen Zeit stattfinden, je größer die Anziehung, welche auf das Pendel einwirkt, und je weiter der Abstand des Pendels von dem Mittelpunkt der Anziehung ist.

Trägt man nun ein Pendel von der Oberfläche des Meeres an auf einen hohen Berg, so wird es, abgesehen von der anziehenden Masse des Berges, langsamer schwingen müssen, als an der Oberfläche der Erde. Eine einfache mathematische Rechnung setzt uns in den Stand, die Anzahl der Schwingungen in einer Minute oder Stunde u. s. w. im Voraus zu bestimmen.

Dies im Voraus berechnete Resultat wird aber mit der Beobachtung aus dem Grunde nicht übereinstimmen, weil auch die Masse des Berges eine Anziehung auf das Pendel geltend macht. Der Unterschied in der Anzahl der vorausberechneten und der wirklich beobachteten Schwingungen fällt demnach auf Rechnung der anziehenden Kraft des Berges.

Den eben angegebenen Weg hat Carlini verfolgt. Er stellte seine Beobachtungen auf dem Mont Cenis in einer Breite von 45° 14′ 10″ an. Dieser Berg besitzt annähernd eine ziemlich kegelförmige Gestalt. Biot stellte Versuche ähnlicher Art zu Bordeaux an. Aus den Beobachtungen dieser beiden Naturforscher ergab sich dann die Dichte der Erde zu $4^8/_{10}$.

Die beiden vorgetragenen Methoden zur Bestimmung der Dichte der Erde lassen, wie man auf den ersten Blick bemerkt, gar viel zu wünschen übrig, so daß die mittelst derselben erhaltenen Resultate nicht als der wahre Ausdruck der Erddichte angesehen werden können. Wie schwer ist es, das Volum eines Berges genau zu ermitteln, wie unsicher sind die Schlüsse, die man aus dem an der Oberfläche bestimmten Gewicht seiner Bestandtheile auf das Gewicht des ganzen Berges zieht, wie leicht ist es möglich, daß noch andere in der Nähe befindliche Gegenstände auf das Bleiloth oder das Pendel einwirken.

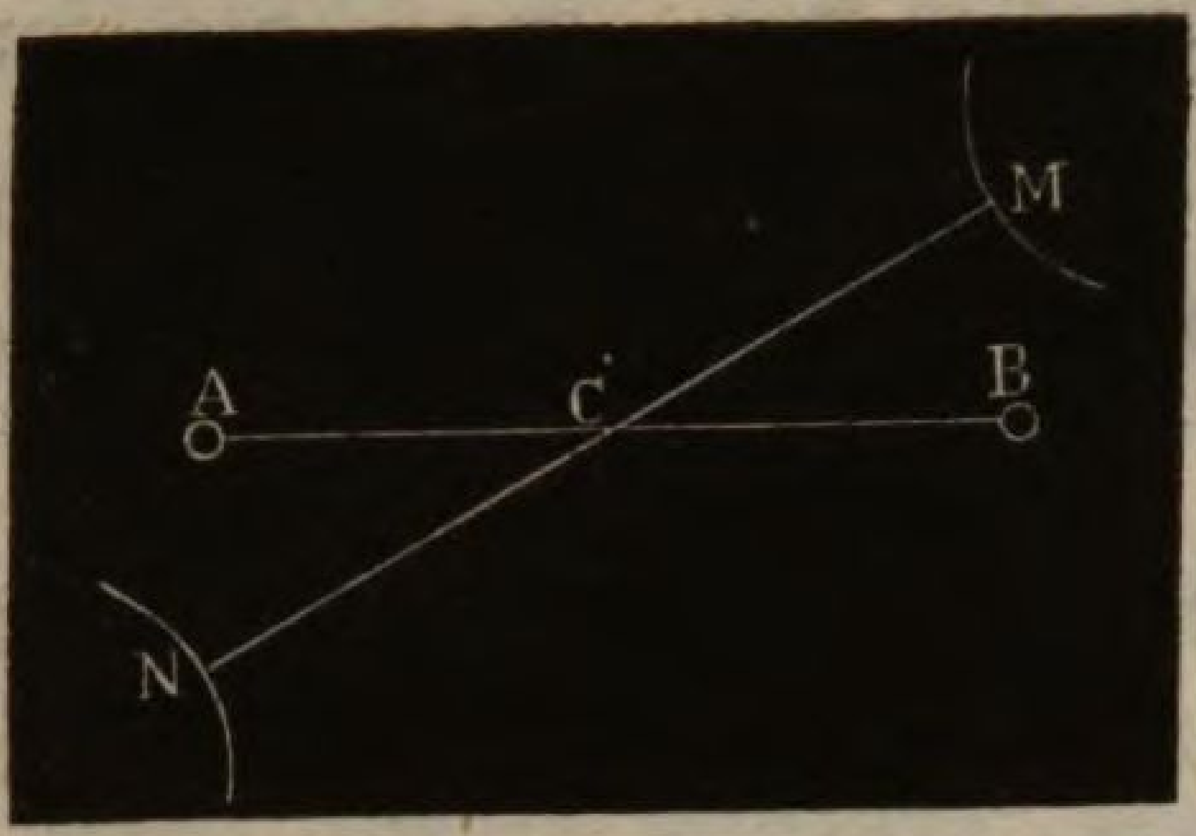
Alle diese Mißstände wurden beseitigt, als man zur Ermittlung der Dichte der Erde die von Coulomb angegebene Drehwage anwandte. Dies that zuerst Cavendish.

Um das Princip dieser Methode klar auseinander zu setzen, nehmen wir an, man habe ein sehr dünnes Stäbchen AB, an dessen Enden zwei Bleikugeln A und B angebracht sind, an einem Faden in der Mitte C aufgehängt (Fig. 38 a. f. S.); es nehme also das Stäbchen AB eine horizontale Lage ein.

Denken wir uns nun, in N und M befänden sich zwei Kugeln von nicht unbeträchtlichem Gewicht, z. B. von Blei, nehmen wir weiter an, die Linie NM, welche die Mittel-

punkte dieser Bleikugeln verbindet, gehe durch *C*, so werden die Kügelchen an *A* und *B* von den Bleikugeln angezogen und in Schwingung gerathen. Da das Stäbchen, wie wir voraussetzen, völlig horizontal aufgehängt ist, so unterliegt es nicht dem Einfluß der Schwere; d. h. seine Schwingungen sind gänzlich unabhängig von dieser; sie werden lediglich durch die Massen der Bleikugeln bestimmt. Diese Massen, sowie ihre Abstände von dem Stäbchen, lassen sich mit der größten Genauigkeit ausfindig machen.

Fig 38.



Unser Gesetz, daß die Anziehungen den Massen direct und dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportional seien, leitet uns nun hier auf einem sehr bequemen und dabei ganz richtigen Wege zur Kenntniß der Dichte der Erde. Wir wissen die Anzahl der Schwingungen eines frei hängenden Pendels, wir wissen weiter die Anzahl der unter dem Einflusse der Bleikugeln stattfindenden Schwingungen, sowie die Massen der Kugeln; als gesuchte vierte Größe bleibt daher nur noch die Masse der Erde.

Gegen Ende des verflossenen Jahrhunderts nahm Cavendish seine Messungen mittelst der Drehwaage vor. Sie wurden später von Reich in Freiburg unter Zuhülfenahme von schützenden Vorrichtungen auf's Neue angestellt. Letzterer fand dadurch die Dichte der Erde gleich $5^{44}/_{100}$, während sie von Cavendish zu $5^{48}/_{100}$ bestimmt worden war.

Jede der von Cavendish in Anwendung gebrachten Bleikugeln hatten ein Gewicht von 2439000 Gran.

Legt man nun die Zahl $5^1/_2$ als mittlere Dichte der Erde zu Grunde, so berechnet sich daraus ein Gewicht von vierzehn Quadrillionen Pfunden. So schwer wiegt also der Erdball.

Die bedeutende Dichte der Erde belehrt uns, daß dieselbe ihrer größern Masse nach weder aus Wasser, noch aus denjenigen Gesteinsmaterien bestehen kann, welche die Erdoberfläche zusammensetzen. Im Innern der Erde müssen sich daher vorzugsweise die schwereren Metalle befinden. Die Dichtigkeit der Erde nimmt aber weiter von Außen nach Innen hin zu.

Physische Geographie.

Die Oberflächengestaltung der Erde.

Einleitung.

Wenn man mit Aufmerksamkeit eine Landschaft durchwandert, welche, wenigstens im Kleinen, die gewöhnlichsten Vorkommenheiten des Terrains darbietet, wie Bäche, Teiche, Hügel, von denen der eine über den andern sich erhebt und die durch mehr oder weniger enge Thäler und selbst durch Schluchten getrennt sind, wenn man bald Felsen sieht, die aus dem Boden jäh emporragen, bald Abhänge, die von der Natur oder von der Hand des Menschen herrühren können, so ist man in der Lage, sich ein Bild von den hauptsächlichsten Formen der Erdoberfläche zu verschaffen.

Sie bietet uns eine Reihe von Erhöhungen und Vertiefungen dar, welche auf unendlich verschiedene Weise mit einander abwechseln. Erstere, die man Gebirge nennt, bestehen aus Einzelbergen und Hochebenen, welche in ihrer Vereinigung die Ketten formiren. Die Einzelberge sowohl, als auch die Hochebenen, werden wieder durch, mitunter sehr tiefe, Thäler getrennt. Diese senken sich aber nicht zu der Unterlage herab, auf welcher die Gebirge einer und derselben Art ruhen.

Sehr häufig enthält eine Gebirgskette mehrere Etagen

in sich, die sich stufenweise über einander bis zu dem Kamme erheben, welcher die höchste Linie der Kette bezeichnet. Von da aus fällt das Gebirge auf die andere Seite mit größerer oder geringerer Neigung ab.

Bisweilen lassen sich zwischen mehreren Gebirgsketten Räume bemerken, welche nur unbeträchtliche Erhabenheiten darbieten; da diese Flächen fast immer viel höher sind, als die Oberfläche des Meers, so nennt man sie Hochebenen oder Plateaus.

Die hauptsächlichsten Vertiefungen kündigen sich durch die Vereinigung der Gewässer an. Diese theilt man in fließende und stehende. Die fließenden Wasser ergießen sich in Teiche, Seen, Meere. Das letztere nimmt den größern Theil der Erdoberfläche ein.

Die Inseln, mit denen das Meer übersäet ist, die Bänke, auf denen die Tiefe des Wassers unbeträchtlich ist, zeigen, daß der vom Meer bedeckte Theil der Erde auch seine Berge und Thäler hat.

Am genauesten läßt sich die Oberflächengestaltung erkennen aus guten Karten, auf denen die Umgrenzungen der Meere und die Höhen der Hügel und Berge in einer zweckmäßigen Weise dargestellt sind. Für solche Länder, von denen man noch keine vollständigen Karten besitzt, leistet schon die Kenntniß des Laufs der Flüsse wesentliche Dienste. Nach ihnen läßt sich auch die Erhebung des Landes beurtheilen. Fast immer entstehen nämlich die Flüsse auf den höchsten Punkten der Gebirge; je weiter die Flüsse von ihrem Ursprung sich entfernen, um so flacher wird in der Regel das Land (Rhein, Donau). Auch die Richtung des Laufs gestattet einen Schluß auf die größere oder geringere Neigung des Landes; ein Fluß hat nämlich um so weniger

Fall, je mehr er sich in Krümmungen bewegt. Da mit jeder der letzteren das Gefäll vermindert wird, so muß also ein Land um so mehr Neigung haben, je stärker die Flüsse sich krümmen. Denn in einer ebenen Gegend würde ein vielfach gewundener Fluß keinen Fall mehr haben, also nicht mehr vom Platze sich bewegen.

Eintheilung des Landes und der Gewässer. Wenn man einen Blick auf einen Globus oder auf eine Karte von der ganzen Erde wirft, so ist man anfangs überrascht von der großen Masse des Wassers im Verhältniß zu der des Landes. Letzteres bildet wieder keine zusammenhängende Fläche, sondern ist in viele Theile zerstückelte. Unter diesen fallen zwei durch ihre Größe auf; der beträchtlichste ist der alte Continent mit scharf gezogenen Grenzen, der andere Theil heißt der neue Continent oder Amerika und ist erst im fünfzehnten Jahrhundert entdeckt worden. Die nördlichen Grenzen Amerika's sind noch ziemlich unbestimmt, obgleich man mit Bestimmtheit weiß, daß es nicht mit dem alten Continent zusammenhängt. Nur mit Rücksicht auf die Größe dieser Länder hat man den Namen Continent beibehalten, obgleich sowohl der neue, als wie auch der alte Continent nichts Anderes, als große Inseln sind, gerade so, wie Neuholland, die größte Insel nach Amerika und dem alten Continent, wenn man nämlich diese beiden als Inseln betrachten will. Außerdem giebt es noch eine sehr bedeutende Menge von größeren und kleineren Inseln; sie sind indessen alle bekannt und auf den Karten der Seefahrer verzeichnet, so daß man mit Bestimmtheit behaupten kann, daß die Reihe der Inselnentdeckungen geschlossen ist.

Ein Blick auf die Karte lehrt uns noch zwei große

Eintheilungen kennen, die sehr leicht zu merken sind. Der am meisten südlich gelegene Theil des alten Continents bildet nämlich eine große Halbinsel, die mit dem nördlichen Theil nur durch eine Landenge von etwa 22 Meilen Breite, den Isthmus von Suez, zusammenhängt. Diese große Halbinsel ist Afrika.

Auch Amerika bildet zwei große Halbinseln, die aber nicht gleiche Größe besitzen, nämlich Nord- und Südamerika. Beide sind verbunden durch den Isthmus von Panama. An seiner schmalsten Stelle hat er eine Ausdehnung von 8 Meilen.

Bekanntlich geht die Schifffahrt von der Ostküste Amerika's nach der Westküste um das Cap Horn, die südlichste Spitze von Südamerika, herum. Dieser Weg ist ein außerordentlich weiter; es werden von Segelschiffen 5 — 6 Monate zur Reise verbraucht. In neuerer Zeit hat die Westküste von Nordamerika hohe Bedeutung für den Handel gewonnen, weil auf ihr Californien mit seinen Goldschätzen gelegen ist. Man hat deshalb das Project gemacht, den Isthmus von Panama zu durchstechen. Anfänglich hielt man dies Unternehmen für unausführbar, weil man, getäuscht durch einige unrichtige Beobachtungen, der Ansicht war, die beiden Meere, welche den Isthmus einschließen, hätten ungleiches Niveau. Neuerdings hat es sich indessen herausgestellt, daß diese Annahme nicht richtig steht, daß also der Durchstich der Landenge von Panama nicht zu den Unmöglichkeiten gehört.

Das Meer selbst ist wieder in zwei große Theile geschieden, nämlich in den Atlantischen Ocean — dieser liegt zwischen der Westküste des alten und der Ostküste des neuen Continents, — und in den Großen Ocean, den man auch,

obgleich wenig passend, das Südmeer oder das Stille Meer nennt. Dieses liegt zwischen den Westküsten des neuen und den Ostküsten des alten Continents.

Die Theile dieser Meere, welche gegen die Pole hin liegen und deren Gestalt man nur durch solche Karten richtig erkennt, welche in der Polarprojection angefertigt sind, heißen das nördliche und südliche Eismeer.

Von den Binnenmeeren, den Meerbusen, Buchten und Meerengen des alten Continents. Nachdem wir die Haupteintheilung des Oceans gebildet haben, gehen wir nun zu denjenigen Theilen desselben über, welche sich an den Küsten der Länder befinden oder selbst in die Länder hineinragen und wieder in Binnenmeere, Meerbusen und Buchten unterschieden werden. Dabei werden wir dieselben nach ihrer Ausdehnung und Größe ordnen. Zuerst handeln wir von denjenigen Meerbusen rc., welche sich an den Grenzen des alten Continents befinden.

An der westlichen Küste des letztern, ungefähr im 36sten Grad der Breite, befindet sich zuerst die Meerenge von Gibraltar, welche in das Mittelländische Meer, das größte von allen Binnenmeeren, einführt. Er bildet zwei ausgezeichnete Meerbusen, nämlich den von Venedig, an dem die Stadt gleichen Namens liegt, und das Aegäische Meer, auch wegen der großen Menge von Inseln, welche es einschließt, der Archipel genannt. Dieser steht wieder in Verbindung durch die Meerenge der Dardanellen mit dem Marmora-Meer. Von letzterem gelangt man durch die Straße von Constantinopel in das Schwarze Meer, endlich von diesem in das Asow'sche Meer.

Kehren wir nun wieder zur Straße von Gibraltar zurück, so zeigt sich nördlich von derselben der Meerbusen

von Biscaya, auch der Gascogner Meerbusen genannt, hierauf, eingeschlossen zwischen den Continent und die Brittischen Inseln, die Straße von Calais, gemeinhin der Canal genannt, durch den man in das Deutsche Meer gelangt.

Weiter nördlich drängt sich das Meer durch das Cattegat und bildet das Baltische Meer, welches in zwei große Meerbusen — den Finnischen und den Bothnischen — ausläuft.

Im nördlichen Eismeer, welches die Nordküste des alten Continents bespült, finden wir, wenn wir von Westen nach Osten gehen, das Weiße Meer, dann den Busen von Waigatz zwischen dem Continent und der großen Insel Novaja Semlja; hierauf folgt das Meer von Kara oder Karskoe, dann der Oby'sche Meerbusen, in den sich der Fluß gleiches Namens ergießt, und der Meerbusen von Temura. Dieser ist der nördlichste Meerbusen des alten Continents.

Nehmen wir nun die östliche Küste des letztern vor. Hier haben wir zuerst die Behringsstraße, welche Amerika von Asien trennt. Ihre Breite beträgt etwa 12 Meilen. Dann kommt südlich der Meerbusen von Anadir, in den sich der Fluß desselben Namens ergießt, das Ochotskische Meer, ein Meerbusen, der Tatarische Canal genannt, der den Continent und die große Insel Tschoka trennt und durch den man in einen Theil des Tatarischen Meers gelangt, sowie das Meer von Japan. Dieses Meer steht in Verbindung durch den Meerbusen von Corea, der an der äußersten Spitze dieser Halbinsel befindlich ist, mit dem Gelben Meer, das sich in den Busen von Peking endigt.

Weiter südlich bespült das Chinesische Meer die Küsten des Landes gleichen Namens. Dort sind die Meerbusen von Tonkin und Siam, dann die Straße von Malacca, welche die Halbinsel dieses Namens im Südwesten begrenzt. Zwischen Neuholland und Afrika liegt das große Indische Meer, welches an den Küsten von Hindostan vorbei fließt.

Den nordöstlichen Winkel dieses Bassins bildet der Bengalische Meerbusen, in welchen der Ganges sich einmündet. Den nordwestlichen Winkel, bekannt unter den Namen des Meerbusens von Oman, könnte man auch die Bai von Sind nennen, weil der Fluß dieses Namens (der Indus der Alten) sich in ihn ergießt. Er steht mit dem Persischen Busen durch die Meerenge von Ormus und durch die Straße Bab-el-Mandeb mit dem Rothen Meer oder dem Arabischen Meerbusen in Verbindung.

An der Ostküste von Afrika finden wir noch den Canal von Mozambik zwischen dem Continent und der Insel Madagaskar.

Die Westküste von Afrika zeigt nur, nördlich vom Aequator, den Meerbusen von Guinea.

Von den Halbinseln und Vorgebirgen des alten Continents. Die Binnenmeere, die Meerbusen und Buchten zerschneiden, so zu sagen, die Küsten des alten Continents, sie trennen dadurch einzelne Theile ab, welche indessen immer noch mit einer Seite am Lande festhängen. Diese Theile nennt man Halbinseln.

Die Vorsprünge in der Umgrenzung der Halbinseln werden Vorgebirge — Caps — genannt. Sie bezeichnen die äußersten Punkte des Continents.

Europa kann als eine Halbinsel betrachtet werden,

die im Süden vom Asow'schen, Schwarzen und Mittelländischen Meer, im Westen von dem Atlantischen Ocean und nach Norden hin von dem nördlichen Eismeer, insbesondere dem Weißen Meer umschlossen wird. Dies wäre die größte Halbinsel des alten Continents.

Die östlichen Grenzen Europa's sind sehr unbestimmt, selbst die politischen; denn bekanntlich scheidet die russische Regierung ihre Provinzen nicht in europäische und asiatische, sie kennt nur das eine große Russiche Reich. Uebrigens lassen sich die physischen Grenzen von Europa auch nur mit Schwierigkeit ziehen; gewöhnlich nimmt man als östliche Grenze das Uralgebirge und die Mündung des Flusses gleichen Namens am Caspischen Meer. Es umfaßt eine Fläche von 304000 Quadrat-Meilen.

Der Rest, welcher nun nach Abzug Europa's und Afrika's vom alten Continent übrig bleibt, ist Asien. Dieses besitzt gleichfalls eine größere Halbinsel — Kleinasien oder Anatolien —, dessen Grenzen gegen Norden das Schwarze Meer, gegen Westen der Archipel, gegen Süden das Mittelländische Meer sind.

Kehren wir nun wieder zu Europa zurück. Die beträchtlichsten Halbinseln desselben sind, wenn wir vom Mittelländischen und den ihm anliegenden Meeren ausgehen:

1) Die Krimm, zwischen dem Schwarzen und dem Asow'schen Meer.

2) Griechenland, zwischen dem Archipel und dem Mittelländischen Meer. Es spitzt sich nach Süden hin in die Halbinsel Morea zu, früher Peloponnes genannt. Morea ist mit dem nördlichen Theil Griechenlands durch den Isthmus von Corinth verbunden, auf dem die Stadt gleichen Namens liegt. Die vorzüglichsten Vorgebirge

Griechenlands sind: das Cap Monte-Santo im Archipel und Matapan im Mittelländischen Meer.

3) Italien, zwischen dem Mittelländischen Meer und dem Meerbusen von Venedig. Seine hauptsächlichsten Vorgebirge sind: Leucate und Sparta Venti.

4) Die Pyrenäische Halbinsel, umfassend Spanien und Portugal, zwischen dem Mittelländischen Meer, dem Atlantischen Ocean und dem Meerbusen von Biscaya. Die bedeutendsten Vorgebirge sind: das Cap Vincent, das Cap de la Rocca und das Cap Finisterre.

5) Dänemark, zwischen der Nordsee und dem Cattegat, mit dem Cap Skagen an der Nordspitze von Jütland.

6) Scandinavien, umfassend Schweden, Norwegen und Lappland, zwischen dem Baltischen Meer, dem Cattegat, dem nördlichen Atlantischen Ocean und dem Eismeer. Bemerkenswerthe Vorgebirge sind: Cap Lindesnaes am Eingang des Cattegats und das Nordcap, welches auf der Insel Maggeroe liegt und der nördlichste Punkt Europa's ist.

In Asien kennt man folgende größere Halbinseln:

1) Kamtschatka, zwischen dem nördlichen Eismeer und dem Ochotskischen Meer, mit dem Cap Lopatka.

2) Corea zwischen dem Tatarischen und dem Gelben Meer.

3) Hinterindien, zwischen dem Chinesischen Meer, der Straße von Malacca und dem Bengalischen Meerbusen. Es läuft in die Halbinsel Malacca aus. Bemerkenswerth ist das Cap Romania.

4) Vorderindien, zwischen dem Bengalischen Meer-

busen und dem Arabischen Meer. Seine südlichste Spitze ist das Cap Comorin.

5) Arabien, zwischen dem Persischen Meerbusen, der Bai Oman, der Straße Bab-el-Mandeb und dem Rothen Meer.

Afrika ist begrenzt durch das Rothe Meer, das Indische Meer, den Atlantischen Ocean und das Mittelländische Meer. Seine bemerkenswerthesten Vorgebirge sind: das Cap Guardafui — Arabien gegenüber — das Cap der guten Hoffnung, an der Südspitze des Landes, das grüne Vorgebirge, dieses ist der westlichste Punkt von Afrika und allgemein vom alten Continent, das Cap Spartel, am Eingang der Straße von Gibraltar, ferner im Mittelländischen Meer das Cap Serrat, der nördlichste Punkt Afrika,s und nicht weit davon das allgemeiner bekannte Cap Bon.

Von der Neigung des Landes gegen das Meer hin und gegen die Binnenmeere. Mit Hülfe der Kenntniß der Neigung des Landes, die durch den Lauf der Flüsse angedeutet ist, wollen wir nun versuchen, eine Eintheilung für das Innere des alten Continents, dessen Küsten wir so eben betrachtet haben, zu bilden. Wir werden zwei Arten von Gefäll unterscheiden; einmal neigen sich nämlich die Länderflächen nach den äußeren Grenzen zu, zum andern aber nach den Binnenmeeren hin, und wenn man mit einiger Aufmerksamkeit den Lauf der Gewässer auf einem Globus oder einer Karte in's Auge faßt, so wird man bemerken, daß ein Theil von ihnen sich weder in den Ocean, noch in die mit ihm verbundenen Binnenmeere ergießt. Sie verlieren sich in zwei große Bassins mit stehendem Wasser, nämlich das Caspische Meer und den Aral-See.

Man kann überhaupt vier große Stromgebiete unterscheiden:

1) Das westliche. Dies umfaßt diejenigen Flüsse, welche sich in den nördlichen Atlantischen Ocean und in das nördliche Eismeer stürzen; die beiden äußersten Punkte dieses Stromgebiets sind die Straße von Gibraltar und das Nordcap. Das Cattegat theilt dieses Gebiet wieder in zwei Theile, in ein südliches und ein nördliches.

2) Das nördliche Stromgebiet. Es enthält diejenigen Flüsse, die sich in das nördliche Eismeer vom Nordcap bis zur Behringsstraße hin ergießen.

3) Das östliche Stromgebiet. Es umfaßt diejenige Flüsse, die sich in das Meer, welches durch die Behringsstraße und die Halbinsel Malacca begrenzt ist, einmünden.

4) Das südliche Stromgebiet. Es enthält die Flüsse, die sich in das Indische Meer ergießen.

Afrika haben wir bei dieser Eintheilung nicht zugezogen; es wird später von ihm die Rede sein.

Die Stromgebiete im Innern des alten Continents (mit Ausschluß von Afrika) sind die

1) des Mittelländischen Meers,
2) des Baltischen Meers,
3) des Caspischen Meers,
4) des Aral-Sees.

Von den Strömen und Flüssen. Das erste der so eben aufgeführten Stromgebiete enthält folgende Flüsse:

den Guadalquivir,
» Guadiana,
» Tago,
» Duero,

die Garonne, } sie münden sich in den Gascogner
» Loire } Meerbusen,
» Seine, mündet in den Canal,
den Rhein, er passirt den Bodensee und mündet in die Nordsee,
die Weser } münden beide in die Nordsee.
» Elbe }

Das zweite Stromgebiet zählt folgende Flüsse:

Dwina, Petschora, Obi, Jenisei, Lena, Indigirka und Kowima.

Das dritte Stromgebiet:

Anadir, Amur, Hoangho oder Gelber Fluß, Yantsekiang oder Blauer Fluß, Holi-Kiang.

Das vierte Stromgebiet:

Maikauny, Menam, Irawadi, Bramaputra, Ganges, Sind oder Indus, Euphrat und Tigris.

Arabien enthält keine bedeutenden Flüsse.

Betrachten wir nun diejenigen Ströme, welche sich in Binnenmeere und Seen ergießen. Zuerst: in das Mittelländische Meer münden ein der Ebro, die Rhone (sie passirt den Genfer See und stürzt sich dann in den Meerbusen von Lyon) und der Po (in den Golf von Venedig).

Im Bassin des Schwarzen Meers bemerken wir, indem wir die Richtung von West nach Ost einhalten:

Donau, Dniestr, Dniepr, Don, Kuban und Kisil-Irmak.

Nach Norden fließen die Oder und Weichsel. Sie ergießen sich in die Ostsee. In dieselbe münden ein in der Richtung von Ost nach West: Niemen, Düna, Narwa, Newa.

Diese beiden Flüsse haben keine bedeutende Ausdehnung,

nichts desto weniger sind sie aber doch bemerkenswerth; die Narwa deshalb, weil sie den Peypus-See mit dem Finnischen Meerbusen, die Newa, weil sie mit ebendemselben den Ladoga-See verbindet. In den letztern ergießt sich der Swir, der vom Onega-See ausgeht. Die beiden Seen sind von beträchtlichem Umfang und nehmen eine große Zahl von Gewässern in sich auf.

Zwischen dem Finnischen und dem Bothnischen Meerbusen finden sich noch viele Seen, die wir aber, als weniger bedeutend, übergehen.

Im nördlichen Theil vom Flußgebiet des Baltischen Meers finden sich

der Kemi } welche sich in den Bothnischen Busen
» Torneå } ergießen.

Der westliche Theil des nämlichen Flußgebiets enthält mehrere Gewässer von geringerer Ausdehnung als die vorhergehenden, auch einige Seen. Die bemerkenswerthesten sind: der Wener-, Weter- und Målar-See.

Vom Flußgebiet des Baltischen wenden wir uns zu demjenigen des Caspischen Meers.

In letzteres ergießen sich

die Wolga,
der Ural oder Jaik,
die Jemba,
der Tedzen,
der Aras und Kur nach ihrer Vereinigung.

Westlich vom Flußgebiet des Caspischen Meers liegt dasjenige des Aral-Sees. Dieser nimmt auf:

den Sihon,
» Gihon oder Amur,

welche, der eine von Süd-West, der andere von Süden kommen.

Zwischen den Flußgebieten des Caspischen Meers, des Tigris und Euphrats ist die Gegend nach allen Seiten hin von Gebirgen umgeben. Die Flüsse daselbst haben keinen andern Ausweg, als nach Seen, von welchen der See Wan und Urmia die bedeutendsten sind.

Südlich vom Caspischen Meer liegt ein Landstrich von ziemlicher Erhebung über die Meeresfläche, der seine Gewässer weder in dieses Meer, noch in den Ocean schickt; sie verlieren sich entweder im Sande oder in Seen; unter diesen ist der von Durrah bemerkenswerth, der den Fluß Hindmend aufnimmt.

Die große Asiatische Hochebene enthält gleichfalls einige Flüsse und Seen, über deren Namen und Lage noch Zweifel herrschen; wir wollen zwei nennen: den See Balkasch oder Palkati-Nor und den See Lop-Nor, der den Fluß Yarkend aufnimmt, welcher, nach zuverlässigen Nachrichten, sowohl wegen seiner Längenausdehnung, als auch durch die große Zahl seiner Nebenflüsse, sehr ansehnlich sein soll.

Die bedeutendsten Gebirgsketten Europa's und Asiens. Die meisten von den Flußgebieten, welche wir so eben kennen gelernt haben, steigen auf einer oder auf mehreren Seiten mit ihren Rändern in die Höhe; wenn dies nicht wäre, so würden die Ströme rc., welche sie enthalten, unmöglich den nöthigen Fall besitzen, um sich fortbewegen und in die Seen und Meere ergießen zu können. Durch diese Erhebungen des Landes werden nun wieder die einzelnen Flußgebiete getrennt. Man nennt die Linien, nach welchen die bemerkte Trennung erfolgt — Wasserscheiden. Da die letzteren gewöhnlich auf den höchsten Punkten der Gebirge hinziehen, so erhalten wir durch sie

Veranlassung, den Lauf der Gebirgsketten und Kämme näher betrachten zu können.

Die Wasserscheiden geben sich also durch den Lauf der Flüsse zu erkennen, der immer eine mit jenen entgegengesetzte Richtung verfolgt.

Nach den Betrachtungen, welche wir vorhin über die Flußgebiete angestellt haben, bemerken wir leicht, daß zwischen dem Flußgebiet des Schwarzen Meers, des Mittelländischen Meers und dem der Ost- und Nordsee und des Atlantischen Meers ein Raum sich befindet, von welchem die Ströme dieser Gebiete ihren Ursprung nehmen — nämlich der Rhein gegen Norden, die Rhone nach Süden, der Po nach Südwesten, die Donau nach Osten. Dieser Raum ist, so zu sagen, eine Art Knoten, in welchem die höchsten Punkte von Europa enthalten sind. Er wird gebildet durch die Alpen, welche wieder Ausläufer nach allen Himmelsgegenden hin entsenden.

Zuerst bemerken wir gegen Süden einen Arm, welcher das Gebiet der Rhone und das des Po trennt und eine geringe Ausdehnung besitzt. Diese Gebirgsreihe endigt sich am Mittelländischen Meer in der Nähe der Stadt Nizza. Ein zweiter Arm geht von diesem aus; er umschließt den nördlichen Theil von Italien und sendet einen Ausläufer nach dieser Halbinsel hin, der sie in ihrer ganzen Länge durchschneidet — nämlich die Apenninen.

Die erste Kette der Alpen, von welcher soeben die Rede war, umfaßt den Lauf des Po und seiner von Norden kommenden Nebenflüsse. Er trennt das Gebiet der Donau von demjenigen der Ströme, welche in den Meerbusen von Venedig oder in den Archipel sich ergießen, und endigt am Schwarzen Meer.

Nördlich von der Rhone, an der Stelle, wo sie aus dem Genfer See tritt, zeigt sich eine Gebirgskette, der Jura genannt, welche nach Osten hin mit den Alpen zusammenhängt und weiter mit den Vogesen in Verbindung steht. Er trennt gemeinschaftlich das Flußgebiet des Rheins und das der Rhone.

Die Vogesen vereinigen sich später mit einer Gebirgskette, welche das westliche Ufer der Rhone fast ganz enge einschließt und das Flußgebiet des Mittelländischen Meers von demjenigen Theil des Flußgebiets des Atlantischen Oceans trennt, in welchen die Loire und Seine sich ergießen.

Diese letztere Gebirgskette, deren höchste Punkte in den Sevennen sich finden, sendet weitere Arme aus, welche die oberen Partien des Flußgebietes der Loire von den nördlichen Nebenflüssen der Garonne trennen. Später scheidet sie das Gebiet des Mittelländischen Meers von dem des Atlantischen Meers und vereinigt sich mit einer großen Gebirgskette, welche man die Pyrenäen nennt. Diese nehmen ihren Lauf vom Mittelländischen Meer nach dem Atlantischen Meer. Sie schneiden, so zu sagen, von dem Continent die Halbinsel ab, welche Spanien und Portugal umfaßt. Die Pyrenäen setzen sich in dieser Halbinsel parallel mit der Küste des Biscaischen Meerbusens fort.

Südlich von den Pyrenäen ist die Trennungslinie zwischen der Wasserscheide nach dem Atlantischen Ocean und dem Mittelländischen Meer durch eine Gebirgskette angedeutet, welche das Becken des Ebro von dem des Duero und Tajo trennt. Es sendet mehrere Arme nach dem Ocean hin, die zwischen dem Tajo, dem Guadiana

und dem Guadalquivir hinlaufen. Zwischen den beiden letzteren Flüssen befindet sich die Sierra-Morena; von dieser gehen einige Arme zwischen den Quellen des Guadiana, des Guadalquivir und den Strömen hin, welche in das Mittelländische Meer fließen, südlich vom Ebro, bis zur Sierra-Nevada (Schneegebirge); diese letztere macht die südliche und östliche Grenze des Beckens des Guadalquivir aus.

Kommen wir nun wieder auf die Linie zurück, welche das Bassin des Schwarzen Meeres von dem des Baltischen Meers trennt, so finden wir zwischen den Quellen der Weichsel, der Oder und denen der nördlichen Nebenflüsse der Donau einen Gebirgszug, den man die Karpathen nennt.

Der Anfang des Flußgebietes der Elbe ist von einer Gebirgskette eingeschlossen, die, im stetigen Zuge sich fortsetzend, den Böhmer Wald, das Erzgebirge und die Sudeten begreift. Die letzteren setzen sich über die südliche Grenze des Flußgebiets der Oder hin fort und vereinigen sich mit den Karpathen.

Das Gebiet des Caspischen Meers bietet in seinem nordwestlichen Theil, in welchem es mit den Flußgebieten des Schwarzen und des Baltischen Meers zusammenstößt, keine sehr bemerkenswerthe Gebirgskette dar. Auffallender Weise nehmen die Düna, die Wolga und der Dniepr ihren Ursprung an Punkten, die nur ein Weniges von einander entfernt sind. Sie fließen dann nach drei ganz entgegengesetzten Richtungen hin ab. Die Wasserscheide dieser drei Flüsse besitzt eine nur ganz geringe Erhebung über die große Russische Ebene, im Wolchonski'schen Wald und in der Waldaischen Höhe. Nach Gmelin soll die

letztere eine Ausdehnung von 80 Meilen in die Länge und 60 Meilen in die Breite besitzen. Jedenfalls kann man sie aber kein Gebirge nennen; auf den meisten Karten ist sie auch nicht einmal angedeutet. Sie ist gewiß nichts weiter, als ein wenig erhöhtes Plateau, das von einzelnen Hügeln durchzogen wird.

Wenn wir fortfahren, uns gegen Norden zu erheben, so begegnen wir den Olonetz'schen Gebirgen. Diese bilden die östliche Grenze des Gebiets vom Baltischen und die westliche Grenze des Gebiets vom Weißen Meer und vom nördlichen Eismeer.

Dieses Gebirge steht wieder im Zusammenhange mit den Scandinavischen Ketten, den Kjölen. Diese fallen nach dem nördlichen Eismeer und nach der norwegischen Küste hin sehr steil, nach Schweden oder dem östlichen Theil von Scandinavien dagegen nur sehr flach ab. In Norwegen finden sich auch einzelne Hochebenen, obwohl von nicht so bedeutender Ausdehnung. Man nennt sie Fields. Bemerkenswerth sind das Dovre-Field, das Lang-Field und das Sogne-Field.

Die Nebenflüsse der Wolga, welche sich hauptsächlich in dem nordwestlichen Theil ihres Stromgebiets befinden, sind von denen des Oby durch die Kette des Ural, welche sich gegen Norden hin zwischen dem Gebiet der Petschora und des Oby fortzieht, getrennt.

Die Grenzen, welche das Bassin des Caspischen Meers von dem des Schwarzen Meers trennen, sind sehr ausgedehnte Bergreihen von beträchtlichen Höhen, und hinlänglich charakterisirt durch den Lauf der Flüsse, welche sich von ihnen aus in diese beiden Meere ergießen. Dieses Gebirge, schon im Alterthum berühmt unter dem Namen

des Caucasus, füllt den Zwischenraum zwischen diesen beiden Meeren aus. Es beginnt südlich von der Mündung des Kuban in das Schwarze Meer und endigt sich nördlich von der Mündung des Kur in das Caspische Meer. Der Caucasus bildet eine natürliche und scharf ausgeprägte Scheidewand zwischen Nord und Süd. Wenn man von hier aus die Küste des Caspischen Meeres verfolgt und sich nördlich bis zu der höchstgelegnen Linie in dem Terrain begiebt, das zwischen der Wolga und dem Ural (Jaik) begriffen ist, so stößt man bald auf eine Gebirgskette, welche sich mit dem Ural'schen Gebirgszuge vereinigt, auf dessen Rückseite der Fluß gleichen Namens seinen Ursprung nimmt; folgt man nun fortwährend der nämlichen Gebirgskette, so gelangt man zum nördlichen Eismeer, nahe bei der Meerenge von Waigatz.

Kehren wir nun zum Caucasus zurück. In Kleinasien sehen wir ihn sich mit einer großen Gebirgskette vereinigen, welche den obern Theil des Laufs vom Euphrat umschließt und die Flüsse, welche in das Schwarze Meer sich ergießen, von denjenigen trennt, welche in das Mittelländische Meer einmünden. Diese Gebirgskette führte von jeher den Namen Taurus. Sie geht durch ganz Anatolien hindurch bis zum Archipel. Durch seine Ausläufer, die sich um das Mittelländische Meer herum verzweigen, steht der Taurus in Verbindung mit dem berühmten Libanon und dem Antilibanon. Diese letzten beiden setzen sich fort bis zum Rothen Meer und bilden, zusammen mit der westlichen Grenze vom Euphratgebiet, die nördlichen Grenzen der Arabischen Halbinsel. In dieser finden sich zwei hauptsächliche Gebirgsketten; die Richtung der einen ist

parallel mit dem Rothen Meer, die der andern geht quer durch nach dem Persischen Meerbusen.

Das Becken des Caspischen Meers ist nach Süden hin vollständig eingeschlossen durch eine Gebirgskette, in welcher sich ein Engpaß findet, den die Alten die Caspischen Thore nannten. Man kann diese Kette als eine Fortsetzung des Caucasus betrachten, die sich östlich von dem Flußgebiet des Tigris hinzieht, bis zu den Elwend'schen Gebirgen, wo ein Knotenpunkt sich findet, von welchem aus Verzweigungen nach den verschiedenen Himmelsgegenden auslaufen. Die südlich gerichteten nähern sich dem Persischen Meerbusen. Ihre Ausdehnung ist beträchtlich, sie bestehen aus mehreren Ketten, unter denen wir die des Soliman-Kho, welche an der westlichen Grenze des Flußgebiets vom Indus hinzieht und sich an die Gaurischen Berge anschließt, nennen.

Die Gaurischen Berge führen im Orient den Namen Hindu-Kho oder Indischer Caucasus; sie vereinigen sich mit anderen Gebirgszügen, welche den Ursprung des Indus einschließen und sich über einen großen Theil der Grenze verlängern, welche die mittägige Abdachung des Weltmeers von dem großen Asiatischen Plateau trennt.

Durch Alexander v. Humboldt haben wir zuerst genauere Nachrichten über den Lauf der Asiatischen Gebirgszüge erhalten. Dieser große Naturforscher unterzog sich der Mühe, längere Zeit in den Asiatischen Gebirgen zu verweilen und sie, unter tausend Entbehrungen, nach allen Richtungen hin zu durchforschen. Die folgenden Notizen werden wir seinem Werke (Asie Centrale 1843, 3 Vol.) entnehmen.

Humboldt unterscheidet zuerst vom Hindu-Kho zwei

Ketten; die südliche verlängert sich in das Himalaya-Gebirge, welches zuerst eine südöstliche, dann aber eine rein östliche Richtung verfolgt und eine ungewöhnlich große Längenausdehnung (an 300 Meilen) besitzt. Der höchste Berg dieses Gebirgszuges ist der Dhawalagiri (4390 Toisen).

Die nördliche Kette des Hindu-Kho steht im Zusammenhang mit der Kette des Kuenlün, die in rein östlicher Richtung und in fast nicht geringerer Längserstreckung, als der Himalaya hinzieht.

Mit dem Kuenlün läuft weiter nördlich parallel die Kette des Thian-Schan, gleichfalls ein höchst bedeutender Gebirgszug.

Diese drei Ketten, nämlich die des Himalaya, des Kuen-Lün und des Thian-Schan, werden in ihrem westlichen Theil und fast unter einem rechten Winkel durchschnitten von der Kette des Bolor, die abermals gegen Westen hin mehrere kleinere Ausläufer — den Karato, Alato, Kyndyrto u. s. w. hat.

Auf der Halbinsel diesseits des Ganges finden sich in einer Längserstreckung von über 200 Meilen die Ghats oder Gates. Sie enthalten nicht so hohe Berge, als die vorgenannten Gebirgszüge.

Im Himalayagebirge nehmen die Flüsse, welche nach Süden abfallen, ihren Ursprung. Der mittlere Theil von Asien — eine große Hochebene — enthält nur wenige und kleine Flüsse, die sich meist in kleine Seen ergießen. Hinter dieser Hochebene und weiter nördlich hin befinden sich abermals einige große Gebirgsketten, welche die Wasserscheide für die Ströme des nördlichen Eismeers bilden. Unter diesen Ketten ist die bedeutendste die des Altai, die sich wie-

der in kleinere Ketten — Tangnou, Oulangoum, Ergiktargaktaigan u. s. w. — spaltet. Auf dem Altaigebirge entspringen Ob, Jenisei und Lena.

Oestlich vom Himalaya befindet sich noch ein von Nord nach Süd laufender Gebirgszug, der Jün-Ling. Ihn kreuzen rechtwinklig und setzen sich in die Mongolei und nach China fort der Pe-Ling und der Nan-Ling, der erstere nördlich, letzterer südlich.

Im Norden vom Pe-Ling haben wir nun noch die den Baikal-See einschließenden Gebirge Jablonoi, Stanavoi und Khingan. Diese setzen sich fort bis in die Halbinsel Kamtschatka, in welcher mehrere Vulkane sich befinden.

Eintheilung von Afrika. Die Nachrichten, die wir über diese große Halbinsel besitzen, beziehen sich zum kleinsten Theile auf das Innere des Landes; es ist daher nicht möglich, seine Fläche, sowie wir bei Europa und Asien gethan haben, in Flußgebiete zu zerlegen. Der erste Blick auf die Karte läßt indessen drei verschiedene Abdachungen von innen nach außen bemerken, nämlich eine nördliche, die den südlichen Theil des Beckens vom Mittelländischen Meer bildet, eine westliche und eine östliche — beide nach dem Weltmeer hin. Dazu kann man noch eine vierte, südliche, hinzufügen, die aber geringe Ausdehnung besitzt, indem sie sich nur auf die Südspitze der Halbinsel erstreckt. Indessen ist ihr Vorhandensein hinlänglich durch mehrere nicht gerade unbeträchtliche Flüsse angezeigt, die von Norden nach Süden hin fließen.

Die erste von diesen Abdachungen, welche sich von Westen nach Osten, vom Cap Spartel bis zur Landenge von Suez hin ausdehnt, hat bis zum Cap Bon nur un-

beträchtliche Flüsse aufzuweisen, und von hier an findet sich weiter kein bemerkenswerther Fluß bis zum Nil hin. Die östlichen Mündungen dieses Stromes befinden sich nahe bei dem Isthmus von Suez. Der Nil entsteht aus zwei größeren Flüssen, von denen einer den Thana passirt. Der obere und mittlere Theil des Nil ist durch eine große Anzahl von Wasserstürzen und Cataracten ausgezeichnet.

Die hauptsächlichsten Flüsse des westlichen Afrikanischen Stromgebiets sind:

Senegal,
Gambia,
Niger.
} ergießen sich nördlich vom Aequator in den Atlantischen Ocean.

Congo oder Zaire,
Orange,
Elephantenfluß.
} südlich vom Aequator in den Atlantischen Ocean.

Die östliche Abdachung von Afrika hat folgende Gewässer: den

Heiligengeistfluß,
Sofala,
Zambeze,
Sabaki,
Juba,
Wabbi.

Das Innere von Afrika ist, wie schon bemerkt, fast gänzlich unbekannt, obgleich in neuerer Zeit mehrere Reisende unter vielen Gefahren, die ihnen von den unorganisirten Horden dieses Gebiets drohten, seine Beschaffenheit ausfindig zu machen gesucht haben. Indessen weiß man doch jetzt soviel, daß auch im Innern mehrere Flüsse vorhanden sind, von denen der Yeou von Westen und der Shary von Süden her in den See Tsad sich ergießen.

Außerdem kennt man noch die Seen Nyassi, Morawi und Nokakanama.

Die Ströme und Flüsse, welche wir soeben aufgeführt haben, sind nicht so genau hinsichtlich ihres Laufs und ihrer Größe, der Art ihres Gefälls u. s. w. bekannt, daß wir ganz sicher die einzelnen Stromgebiete von Afrika festzustellen vermöchten. Auch von den Gebirgen, welche die Grenzen der Wasserscheiden und Stromgebiete bilden, sind nur diejenigen genauer untersucht, welche in der Nähe der Küsten hinstreifen.

An der Nordgrenze Afrikas und zwar an der gegen das Mittelländische Meer gerichteten Abdachung gewahren wir zuerst das Atlasgebirge, dessen Direction im Allgemeinen von Westen nach Osten geht. Es beginnt in der Nähe von Cap Gheer, läuft längs des Mittelländischen Meers, doch in beträchtlicher Entfernung von der Küste hin und erstreckt sich nicht ganz bis zum Cap Serrat. Es sendet Ausläufer nach Norden und Süden hin; einer von denselben wendet sich gegen die Straße von Gibraltar und trennt das Becken des Mittelländischen Meers von demjenigen des Atlantischen Oceans.

Südlich vom Atlas fällt das Land wieder ab. Einige Flüsse, die auf dem Atlas entspringen, haben ihren Lauf nach dieser Abdachung hin, verschwinden aber im Sande.

Der Nil ist am obern Theil seines Laufs von hohen Bergen eingeschlossen, die diesem Fluß nur ein schmales Thal zum Bette lassen. Diese Gebirge ziehen sich auf dem westlichen Ufer vom 30sten Grad der Breite bis zum 22sten hin, auf dem östlichen Ufer dagegen, nach der Seite von Arabien bis zum 17ten Breitengrad.

Von den weiter südlich befindlichen Gegenden, welche der Nil durchströmt, hat man nur wenige und dazu noch unzuverlässige Nachrichten. Die Quellen des Nil sind bis zum heutigen Tage noch nicht entdeckt worden. Indessen deutet uns schon der Wasserreichthum des Nil, sowie sein starkes Gefäll im oberen und mittleren Theil seines Laufs an, daß am Ursprung des Nils oder vielmehr der verschiedenen Flüsse, aus deren Vereinigung später der Nil entsteht, ein hohes und auch ziemlich weit ausgedehntes Gebirge vorhanden sein muß, das sich wohl bis zum Aequator hin erstrecken muß. Als eine Fortsetzung dieses Gebirgszugs, über den man, wie gesagt, so viel wie Nichts weiß, wäre denn das Mondgebirge zu betrachten, welches schon die Alten unter diesem Namen kannten. Auch von ihm weiß man wenig; es soll einige hohe Gipfel enthalten, die mit ewigem Schnee bedeckt sind. Eine weitere Verlängerung des Mondgebirges bildet das Lupata-Gebirge, welches an der Ostküste, Madagaskar gegenüber, hinläuft. Durch den Reisenden Mungo-Park haben wir ferner zuerst Nachrichten erhalten von dem Kong-Gebirge, welches die südliche Grenze vom Becken des Gambia und Joliba ausmacht. Es streicht in 10° nördlicher Breite vom Cap Sierra-Leone aus nach dem Innern von Afrika.

Der südliche Theil von Afrika enthält wenig bekannte Gebirgszüge und Plateaus. Bloß die Berge in der Nähe des Caps der guten Hoffnung sind, weil sich dort viele Niederlassungen von Europäern befinden, genauer untersucht worden. Am Cap selbst steigen die Berge steil empor, sie dehnen sich dann in einer Hochebene aus, die nun abermals steil ansteigt und so mit dem Neuevelds-, Schnee-, und Wintergebirge in Verbindung steht. — Der südliche

Theil von Afrika ist jedenfalls viel bergiger, als der nördliche.

Von den Inseln, welche am alten Continent liegen. Auf die Eintheilung des Landes in Flußgebiete lassen wir nun eine Aufzählung der Inseln folgen, welche in geringem Abstande von den Küsten des alten Continents befindlich sind und theils an den Küsten zerstreut, theils aber auch in den Binnenmeeren oder im Ocean zu größeren Gruppen, die man Archipele nennt, vereinigt vorkommen. Wir halten den Gang ein, welcher bei der Betrachtung der Meerbusen u. s. w. verfolgt wurde.

Im Mittelländischen Meer haben wir, wenn wir dasselbe in der Richtung von West nach Ost im Augenschein nehmen, gegenüber der Ostküste von Spanien

die Balearischen Inseln; unter diesen sind die bedeutendsten:

die Insel Majorka,
Minorka,
Ivika.

Weiter westlich liegen die Inseln Corsika und Sardinien, die durch die Straße von Bonifacius getrennt sind.

An der Südwestspitze von Italien liegt die Insel Sicilien. Sie ist vom Continent durch die etwa eine Meile breite Straße von Messina getrennt.

Südlich von Sicilien die Insel Malta.

Gegenüber der Westküste von Griechenland:

Corfu, Cephalonia, Zante.

Südlich:

die Insel Candia.

Der Archipel umfaßt eine sehr große Anzahl von Inseln, von denen die beträchtlichsten sind:

Negroponte, vom Continent durch einen sehr schmalen Canal getrennt,

Mytilene oder Metelin,

Scio oder Chios,

Samos,

Rhodus, im Osten des Archipels.

Im hintern Theil des Mittelländischen Meers, südlich von Anatolien liegt:

die Insel Cypern.

Als die Rede war vom Canal (Manche) und dem Deutschen Meer, wurden bereits die Brittischen Inseln genannt. Sie sind vom Continent durch die Straße von Calais getrennt. Die zwei größten sind:

Großbrittannien, umfassend England und Schottland,

Irland, von ersterer getrennt durch den Canal von St. Georg.

Hierauf kommen noch:

die Hebriden, nördlich von Irland,

die Orkaden oder Orkney-Inseln, nördlich von Großbrittannien,

die Shetlands-Inseln, nördlich von den Orkney-Inseln.

Im Baltischen Meer, an der Spitze des Cattegats, finden sich:

die Insel Fünen, getrennt von Jütland durch den Kleinen Belt.

Seeland, von Fünen geschieden durch den Großen Belt, von Schweden durch den Sund.

Nach den vorhergehenden Inseln bemerken wir:

Rügen,
Bornholm,
Oland,
Gothland,
Osel,
Aland (eine Reihe von Inseln, welche den Bothnischen Golf umschließen).

Die Norwegische Küste ist mit einer großen Zahl von kleinen Inseln übersäet; wir nennen:

die Inseln Loffoden, getrennt vom Continent durch die Straße West-Fiord.

Nördlich von der Meerenge Waigatz liegt

Novaja-Zemlja, bestehend aus zwei Inseln, die durch eine Meerenge geschieden sind;

die Kurilen, an der Einfahrt in den Ochotskischen Meerbusen, an der Spitze von Kamtschatka.

Südlich von den Kurilen:

die Staaten-Insel,
die Insel Jesso. Südlich von dieser
die Japanischen Inseln, wovon die bedeutendsten:
Niphon, von Jesso getrennt durch die Meerenge Sangaar,
Ximo, südlich von Niphon.

Dieser Archipel ist vom Continent durch die Straße von Corea getrennt.

Weiter südlich liegen die Inseln:

Lieu-Kieu,
Formosa, südwestlich von der vorigen
Haynan im Golf von Tonkin.

Oestlich vom Chinesischen Meer befinden sich die Philippinen, von denen die beträchtlichsten die Inseln

Luzon, nördlich,
Sama, östlich,
Palawan, westlich,
Magindanao, südlich,

sind.

Südlich vom Chinesischen Meer liegen die Sunda-Inseln. Von diesen sind am bemerkenswerthesten:

Borneo,
Sumatra, vom Continent getrennt durch die Straße von Malacca,
Java, von der vorhergehenden getrennt durch die Sunda-Straße.

Wenn wir streng dabei festhalten wollen, bloß diejenigen Inseln aufzuzählen, welche nahe an den Küsten der Continente liegen, so hätten wir eigentlich bei Sumatra stehen bleiben müssen; allein letztere berührt so nahe Java, daß wir nicht umhin konnten, diese gleichfalls zu erwähnen. Aus dem nämlichen Grunde müssen wir nun auch noch die übrigen zahlreichen Inseln, welche östlich und südlich von den vorhergehenden gelegen sind, hier zusammenfassen. Sie sind so eigenthümlich vertheilt und ihre gegenseitigen Abstände sind so unbedeutend, daß es kaum möglich ist, für sie eine eigene Eintheilung zu bewerkstelligen. Wir wollen nun die größten von ihnen aufzählen und folgen dabei der Richtung von West nach Ost. Zuerst nennen wir:

Die Insel Celebes, östlich von Borneo und getrennt von letzterer Insel durch die Macassarstraße,
Sumbava,
Flores,
Timor. Westlich von dieser

Gilolo, nicht weit von fünf kleinen Inseln, gemeinhin die Mollukken genannt.

Weiter westlich liegt noch

Neu-Guinea, von bedeutenderm Umfang als die eben genannten Inseln.

Südwestlich davon liegen die Inseln Timorlaut und Arrou.

Westlich von Neu-Guinea:

Neu-Brittannien, es ist von Neu-Guinea durch die Straße von Dampierre getrennt,

Neu-Irland,

die Salomons-Inseln.

Wenn man die Meerenge von Torres, südlich von Neu-Guinea passirt, so findet man das Cap York; dies ist der nördlichste Punkt von Neu-Holland. Letzteres ist, wie schon bemerkt, die größte Insel nach den beiden anderen, die man Continente genannt hat. Neu-Holland hat keine bedeutenden Gewässer, es ist auf Küstenflüsse beschränkt, die, je nach der Jahrszeit, bald austrocknen, bald eine so ungeheure Wassermenge fassen, daß die schrecklichsten Ueberschwemmungen entstehen. Der Murray scheint noch der größte Fluß Neu-Hollands zu sein. Außerdem ist der Schwanenfluß, an welchem sich eine Colonie befindet, zu nennen. In neuerer Zeit hat die Auswanderung nach Neu-Holland sehr zugenommen, auch Deutsche gehen dahin. Es hat sich diese Insel als durchaus nicht unfruchtbar gezeigt, wenigstens nicht an den Küstengegenden. Viehzucht und Ackerbau kommen daselbst sehr gut fort. Das Innere von Neu-Holland ist ein großes Tiefland, gewöhnlich trocken und nur zeitweise vom Regen befeuchtet.

Im Norden von Neu-Holland und westlich vom Cap York befindet sich eine große Bucht — der Meerbusen von Carpenta.

Im Süden trennt die Straße von Basses die Insel Van-Diemensland von Neu-Holland.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zum Bengalischen Meerbusen zurück. Dort finden wir:

die Insel Nicobar und

die Insel Andaman.

Südöstlich von der Halbinsel diesseits des Ganges:

Ceylon, vom Continent durch die Palksstraße getrennt. Diese Insel besitzt einen 5770 Fuß hohen Berg, den Adams-Pik.

Südwestlich von Vorderindien liegen noch:

die Malediven, lauter kleine Inseln, deren Zahl sich auf 12000 belaufen soll.

Nördlich von diesen:

die Lakediven gegenüber der Küste Malabar.

In dem Theil des Indischen Meers, welcher die Küsten von Afrika bespült, finden wir:

die Insel Socothora, nahe am Cap Guardafui,

die Insel Madagaskar, getrennt vom Continent durch die Straße von Mozambik. Ferner:

die Comoren-Inseln am nördlichen Eingange in die eben genannte Straße.

Westlich von Afrika, am Meerbusen von Guinea, befinden sich noch einige Inseln, von welchen wir anführen:

St. Thomas, fast unter dem Aequator.

Im Atlantischen Ocean:

die Inseln des grünen Vorgebirges, gegenüber diesem Cap,

die Canarischen Inseln. Von diesen ist die größte:
die Insel Teneriffa, auf welcher sich der Pik von Teneriffa befindet. Nördlich von dieser:
die Insel Madeira.

Beschreibung des neuen Continents — (Amerika). Die Küsten des neuen Continents sind im Allgemeinen weniger zerrissen, als die des alten. Wenn wir mit der Aufzählung der Binnenmeere und der Meerbusen im Nordosten beginnen, so finden wir zuerst die Baffins-Bai, die durch die Davisstraße mit dem Atlantischen Ocean in Verbindung steht; die Hudsons-Bai, welche durch die Straße gleichen Namens mit der Davisstraße communicirt; den Meerbusen von St. Laurentius, an der Ausmündung des Flusses gleichen Namens gelegen und durch die Insel Neufoundland geschlossen; den Meerbusen von Mexico, von welchem ein Theil die Küsten des gleichnamigen Landes bespült; das Caraibische Meer, vom Atlantischen Ocean durch eine lange Reihe von Inseln getrennt, unter denen es einige ziemlich große giebt.

Im westlichen Theil von Nordamerika findet sich nur der Californische Meerbusen.

Wir haben schon bemerkt, daß die nördliche Partie von Amerika durch die Behringsstraße von Asien getrennt ist. Es ist jetzt durch die Untersuchungen von Roß, dem wahrscheinlich verunglückten Franklin und Anderen ausgemacht, daß am Nordpol kein größeres Land sich befinden kann, obgleich die ungeheuren Eismassen, welche in dem über Nordamerika befindlichen Meere treiben, verhindern, den Weg in den Großen Ocean durch die Baffins-Bai und die Behringsstraße zu nehmen.

Im mittägigen Amerika haben wir nur einen bemerkenswerthen Meerbusen — den von Panama. An der Südspitze des neuen Continents finden wir noch die Maghellaens-Straße zwischen diesem und der Feuerlands-Insel.

Die Halbinseln des neuen Continents. Wir gehen nun zur Betrachtung der Halbinseln über. Zuerst ist zu nennen:

Grönland, zwischen dem nördlichen Eismeer, der Davisstraße und der Baffins-Bai. Seine vorzüglichsten Vorgebirge sind das Cap Discord und das Cap Farewell. Ferner:

Baffinsland, westlich von Grönland und von diesem durch die Baffins-Bai getrennt.

Labrador. Zwischen dem St. Laurentius-Golf, dem Atlantischen Meer und der Hudsonsstraße. Vorgebirge: das Cap Charles im Atlantischen Ocean, das Cap Chidley in der Davisstraße und das Cap Digg in der Hudsons-Bai.

Florida zwischen dem Atlantischen Ocean und dem Mexicanischen Meerbusen.

Yucatan, zwischen dem Golf von Mexico und dem Caraibischen Meer, mit dem Cap Catoche.

Californien. Zwischen dem Golf gleichen Namens und dem Großen Ocean. Seine Südspitze bildet das Cap Lucar.

Alaska, gegenüber Kamtschatka.

Von den Abdachungen und Niederungen Nordamerika's. Der neue Continent enthält im Verhältniß mehr große Flüsse als der alte Continent. Man kann die Flußgebiete von Nordamerika auf vier zurückführen.

Das erste gegen den Atlantischen Ocean abhängige, beginnt am Cap Chidley, am Eingang der Hudsonsstraße, und endigt an der Spitze von Florida.

Das zweite fällt ab gegen den Golf von Mexico und das Caraibische Meer. Es fängt an bei Florida und endigt am Isthmus von Panama.

Das dritte hat seine Abdachung nach dem Großen Ocean hin; es nimmt seinen Anfang am Meerbusen von Panama und endigt in der Behringsstraße.

Das vierte ist die Abdachung nach dem nördlichen Eismeer hin.

Flüsse von Nordamerika. Betrachten wir nun die Flüsse von der nördlichen Hälfte des neuen Continents.

Das erste Flußgebiet zeigt uns den Laurentius-Strom. Er hat seine Ausmündung in dem Meerbusen, der nach ihm benannt ist. Er durchläuft mehrere Seen und zwar: den Obern See, den Huronen-See, der in Verbindung steht mit dem Michigan-See, den Erie- und den Ontario-See. Man nennt dieselben auch die fünf großen Seen.

Vom Ausfluß des Laurentius-Stroms bis nach Florida hin giebt es noch eine größere Anzahl von Flüssen, die an der Stelle, wo sie ausmünden, alle ziemlich breit sind, aber in ihrem Längenlauf eine nur unbedeutende Ausdehnung besitzen. Wir nennen die folgenden:

den Hudson,
» Delaware,
» Susquehanna.

Diese drei ergießen sich in den Atlantischen Ocean; der zweitgenannte bildet an seinem Ausfluß eine Bai, die

seinen Namen führt; der dritte hat seine Ausmündung an der Chesapeak-Bai.

Das zweite Flußgebiet, nach dem Mexicanischen Meerbusen und dem Caraibischen Meer hin abfallend, enthält folgende Flüsse:

den Mississippi,
» Rio Colorado,
» Rio del Norte.

Alle drei münden in den Golf von Mexico. Ferner den St. Johanns-Fluß. Er durchströmt den See von Nicaragua und ergießt sich in das Caraibische Meer.

Die dritte von den vorhin unterschiedenen Abdachungen hat den Columbia-Fluß, der sich in den Großen Ocean ergießt.

Das fünfte Flußgebiet enthält folgende Gewässer: den Mackenzie-Fluß. Er durchströmt den Athapescow-See und den Sclaven-See und fällt ungefähr im 70.° nördl. Breite in das Eismeer.

Der Kupferminenfluß besitzt eine geringe Längenausdehnung. Ungefähr 35° östlich vom vorhergehenden ergießt er sich in das Meer.

Der Nelson-Fluß und der
Albany,
die beide mit dem Winnipeg-See in Verbindung stehen.

Gebirgsketten von Nordamerika. Das Innere von Nordamerika ist noch nicht hinlänglich genau bekannt. Wir können deshalb nur die hauptsächlichsten Gebirgszüge hier angeben.

Das Flußgebiet des Hudson ist von dem des St. Laurentius durch das Algonkin-Gebirge getrennt. Das Bassin des Laurentiusstroms und das der östlichen Neben-

flüsse des Mississippi sind von den Strömen, welche sich in den nördlichen Atlantischen Ocean ergießen, durch eine Reihe von Bergen getrennt, deren Hauptrichtung von Nordost nach Südwesten geht. Man nennt sie das Felsengebirge oder Rocky-Mountains.

Zwischen den westlichen Nebenflüssen des Mississippi und des Rio del Norte streicht eine Bergkette von Nordwest nach Südosten hin; man nennt sie das Schneegebirge. Es steht im Zusammenhang mit der Mexicanischen Hochebene und dem Höhenzug, der die Californische Halbinsel in ihrer Mitte durchschneidet und sich längs der Westküste von Amerika bis zum St. Eliasberg (60° nördl. Breite) fortsetzt. Die Mexicanische Hochebene verlängert sich weiter durch den Isthmus von Panama hin und bildet die Cordilleren von Nord- und Central-Amerika.

Oestlich vom Mississippi haben wir noch einen Gebirgszug — die Alleghanies, die im Süden Apallachen, weiter nördlich die Blauen Berge genannt werden.

Flußgebiete von Südamerika. Die südliche Hälfte von Amerika enthält die größten bekannten Flüsse. Von Anfang scheint es, als ob man nur drei große Flußgebiete unterscheiden könne, nämlich ein westliches, sehr schmales, nach dem Großen Ocean hin, begriffen zwischen der Bai von Panama und der Maghellaensstraße; ein nördliches, das seine Richtung nach dem Caraibischen Meer nimmt und sich vom Isthmus von Panama aus nach dem Vorgebirge der drei Spitzen erstreckt; dann ein, sowohl hinsichtlich seiner Länge als seiner Breite sehr weit ausgedehntes nach dem Atlantischen Ocean hin, begriffen zwischen

dem Vorgebirge der drei Spitzen, im Caraibischen Meer, und dem Cap de la Vierge Marie an der östlichen Einfahrt in die Maghellaens-Straße. Indessen läßt sich dieses letztgenannte Flußgebiet in zwei Theile zerlegen, indem die Küste bis zum Cap St. Roche, gegen den fünften Grad der südlichen Breite hin, sehr merklich ihre Richtung ändert, da letztere von der anfänglichen von Nordwest zu Südost in die von Nordost zu Südwest übergeht. Die Trennung dieser beiden Flußgebiete im Innern des Landes läßt sich durch eine krumme Linie bezeichnen, welche man zwischen den Nebenflüssen der beiden großen Ströme ziehen kann, von denen sogleich die Rede sein wird.

Das westliche Flußgebiet nach dem Großen Ocean hin hat keine Flüsse von bedeutender Ausdehnung.

Im nördlichen Flußgebiet, das also, wie bemerkt, nach dem Caraibischen Meer hin abfällt, finden wir den Magdalenenstrom und einige andere Flüsse, die sich zuerst in den See von Maracaybo ergießen, der mit dem Caraibischen Meer durch den Busen von Venezuela in Verbindung steht.

Um uns ein richtiges Bild von den verschiedenen Becken zu verschaffen, welche das gegen den Atlantischen Ocean gerichtete Flußgebiet enthält, müssen wir zuvor bemerken, daß daselbst zwei ungeheure Ströme sich vorfinden — der Marhanon oder Amazonenstrom und der Silberfluß oder Rio de la Plata.

Die Mündungen dieser beiden Flüsse liegen in bedeutenden Vertiefungen des Landes; der Amazonenstrom befindet sich nahe unter dem Aequator, der Rio de la Plata gegen den 35.° südlicher Breite. Zwischen den südlichen Nebenflüssen des erstern und den nördlichen Nebenflüssen

des zweiten kann man nun die vorhin erwähnte krumme Linie ziehen, welche, vom Cap St. Roche ausgehend, das vorliegende Flußgebiet in zwei Theile zerlegt.

Auf der nördlichen Partie desselben bemerken wir in der Richtung von Nord nach Süd:

den Orinoco,
» Essequibo,
» Amazonenstrom,
» Tocantines.

Im zweiten Theil dieses Flußgebietes finden sich:

der St. Francisco,
» Rio de la Plata,
» Rio Colorado,
» Rio Negro,
» Rio Gallegos.

Alle fließen in das südliche Atlantische Weltmeer.

Die Gebirge Südamerika's. In Südamerika befindet sich die längste Gebirgskette, die man kennt. Sie bildet die Grenze der gegen den Großen Ocean gerichteten Abdachung und führt nach einander die Namen Cordilleren von Peru und Cordilleren der Anden. Diese Kette kommt aus Nordamerika durch den Isthmus von Panama und erstreckt sich bis zum Cap Pillar in der Maghellaensstraße. Unter den Bergkuppen der Cordilleren finden sich, abgesehen von denen des Himalaya, die höchsten der ganzen Welt. Sie senden nach der Ostgrenze des Beckens vom Magdalenenstrom einen Ausläufer hin, der sich bis zum Cap der drei Spitzen fortsetzt und das Flußgebiet gegen das Caraibische Meer vom Becken des Orinoco trennt.

Außer diesem Ausläufer, der lange Zeit neben den

Küsten in der Richtung von West nach Ost hinstreicht, hat Humboldt noch zwei andere Gebirgsverzweigungen in der nämlichen Richtung unterschieden, die später die große Kette der Anden mit den übrigen Gebirgsketten in der Nähe der Küste des Atlantischen Oceans, sowohl nördlich, als südlich vom Aequator, verbinden. Die erstere von diesen beiden wird vom Orinoco an den Wasserfällen von Maypura und Atures durchschnitten. Der zweite Ast bildet die Kette von Chiquitos zwischen dem Becken des Amazonenstroms und des Rio de la Plata.

An der westlichen Grenze des Silberstroms zwischen dem 24sten und 32sten Grad südlicher Breite lassen die Karten östlich von den Cordilleren der Anden noch eine Kette bemerken, welche mit dem Cordilleren einige Becken in sich begreift, die verschiedene Gewässer einschließen, welche sich in Seen ergießen. Wir haben da zuerst den Titicaca-See unter dem 16.° südl. Breite; er ist der größte von diesen Seen, denn der Parima und der Xarayes sind nichts Anderes, als vorübergehende Ueberschwemmungen.

Die zu Amerika gehörenden Inseln. Wir wollen nun diejenigen Inseln betrachten, welche an den Küsten des neuen Continents liegen.

Im nördlichen Eismeer findet man:

Island. Es ist von Grönland durch einen Canal von nur 40 Meilen Breite getrennt, dagegen von Europa über 180 Meilen entfernt.

Im nördlichen Atlantischen Ocean:

Neufoundland, am Eingang in die Laurentius-Bai und durch die Straße von Belle Isle von der Küste Labrador geschieden.

Anticosti, am Ausfluß des Laurentius-Stroms.

Die Insel Cap Breton, ebenfalls in der Laurentius-Bai.

Die Lange Insel, nahe an der Mündung des Hudson.

Die Bahama-Inseln südlich von Florida, von welchem sie durch den Canal von Bahama getrennt sind.

Von den Bahama-Inseln ist zu bemerken:

Guanahani oder St. Salvador, die Insel, an der Columbus zuerst landete.

Im Archipel der Antillen, der das Caraibische Meer von dem Atlantischen Ocean separirt, finden wir in der Richtung nach Westen:

Cuba,
Jamaica,
St. Domingo,
Porto-Rico.

Auf die letztgenannte folgt nun eine lange Reihe von kleineren Inseln in der Richtung von Norden nach Süden. An der südlichen Spitze dieser Inselreihe findet sich der Haupteingang in das Caraibische Meer. Die Schiffe, welche dorthin gelangt sind, benutzen den Wind von der Seite dieser Inselreihe. Deshalb nennt man sie auch bisweilen die Inseln über dem Wind, während man eine andere Kette, die sich von Ost nach West in geringer Entfernung von den südlichen Küsten des Caraibischen Meers erstreckt, die Inseln unter dem Wind nennt.

An der Küste von Südamerika liegen noch:

die Insel Trinidad, zwischen dem Caraibischen Meer und der Mündung des Orinoco.

Die Falklands-Inseln, an der Maghellaensstraße.

Feuerland. Südlich von der Maghellaensstraße. Es besteht eigentlich aus mehreren Inseln, die durch enge

Canäle von einander getrennt sind. An der Spitze vom Feuerland findet sich das Cap Horn, der südlichste Punkt von Amerika.

Die Staaten-Inseln. Oestlich vom Feuerland und von diesem durch die Meerenge von Lemaire getrennt.

An der westlichen Küste des neuen Continents finden wir die Insel Chiloe, 42° südlicher Breite.

Von hier aus bis zur Nordwestküste von Nordamerika bemerken wir keine bedeutenden Inseln. Aber ungefähr vom 48sten Grad nördlicher Breite ist das Meer nahe an der Küste mit zahlreichen Inseln besetzt. Die größten sind:

Quadra oder Vancouver. Sie führt diesen Namen von seinen beiden Entdeckern, einem Spanier und einem Engländer.

Königin-Charlotten-Insel,

Unimak,

Unalaska.

Die Aleuten und der Katharinen-Archipel bilden die Fortsetzung der Halbinsel Alaska und bringen, so zu sagen, die letztere mit Kamtschatka in Verbindung.

Von den im Weltmeer zerstreuten Inseln. Wir wollen nun die Aufzählung der Länder, welche auf der Oberfläche des Erdballs liegen, damit beschließen, daß wir noch die Inseln anführen, welche entfernt von den Küsten der Continente sich befinden.

Im nördlichen Eismeer haben wir:

Spitzbergen. Es besteht aus mehreren Inseln und ist das nördlichst gelegene Land, welches man kennt.

Im nördlichen Atlantischen Ocean:

Die Faroer-Inseln nördlich von Schottland.

Die Azoren, im 38sten Grad nördlicher Breite, näher bei Europa, als bei Amerika.

Im südlichen Atlantischen Ocean:

Ascension und

St. Helena.

Georgien, im 55.° südlicher Breite.

Sandwichs-Land, südwestlich von der vorhergehenden.

Kerguelen Land, südöstlich von Madagaskar, gegen den 49sten Grad südlicher Breite.

Im Indischen Meer, östlich von Madagaskar:

Bourbon,

Isle de France,

Rodrigo.

Nordöstlich von Madagaskar:

Die Mahe-Inseln oder die Seychellen.

Im Großen Ocean:

Neu-Seeland. Zwei Inseln, getrennt durch die Cooks-Straße, südwestlich von Neu-Holland.

Südlich vom Aequator im Großen Ocean:

Neu-Caledonien,

die Neuen Hebriden,

die Freundschafts-Inseln,

» Schiffer-Inseln,

» Gesellschafts-Inseln, zu denen die Insel Otahaiti gehört,

» Roggeweins-Inseln,

» Gefährlichen Inseln,

» Inseln des Bösen Meeres,

» Marquesas Inseln.

Im Großen Ocean nördlich vom Aequatpr:

die Lord-Mulgrave's Inseln,

die Carolinen,
» Marianen.
» Sandwichs-Inseln. Diese liegen nähe beim neuen, als beim alten Continent. Die größte von ihnen ist Owyhee, auf der Cook seinen Tod fand.

Die bedeutendsten Städte der Erde. Wir wollen diese wieder nach den Abdachungsgebieten ordnen.

In Europa bemerken wir und zwar in der westlichen, nach dem Atlantischen Ocean gerichteten Abdachung:

Cadix, zwischen der Meerenge von Gibraltar und der Mündung des Guadalquivir, auf einer Erdzunge.
Sevilla am Guadalquivir.
Lissabon am Ausfluß des Tajo.
Madrid.
Bordeaux, an der Garonne.
Nantes, an der Loire.
Paris, an der Seine.
Straßburg, am Rhein.
Amsterdam, an der Küste der Zuidersee, eines Busens des Deutschen Meers.
Hamburg, an dem Ausfluß der Elbe.
Berlin an der Spree, die sich in die Havel, einen Nebenfluß der Elbe, ergießt.

In dem zum Baltischen Meer gehörigen Bassin:

Warschau, an der Weichsel.
St. Petersburg, am Ausfluß der Newa.
Stockholm, am Mälar-See.

Im Bassin des Mittelländischen Meers:

Lyon, an der Rhone.
Marseille, östlich von deren Mündung.

Turin, am Po.

Venedig, auf den Inseln im dem Golf gleichen Namens.

Livorno, am Mittelländischen Meer.

Florenz, am Arno.

Rom, an der Tiber, vier Meilen von der Küste des Mittelmeers.

Neapel, am Mittelmeer.

Im Bassin des Schwarzen Meers:

Wien, an der Donau.

Constantinopel, an der Meerenge gleichen Namens.

Im Bassin des Caspischen Meers:

Moskau, an der Moskwa, die sich in die Oka, einen Nebenfluß der Wolga, ergießt.

Astrachan, am Ausfluß der Wolga.

Auf den Brittischen Inseln:

London, an der Themse.

Liverpool, am St. Georg's Canal.

Edinburg, an der Abdachung gegen das Deutsche Meer hin, in Schottland.

In Irland:

Dublin, an der Bai dieses Namens.

Auf der Insel Seeland:

Copenhagen.

Wenden wir uns nun zu Asien.

Dort bemerken wir auf der nördlichen Abdachung nach dem Eismeer hin:

Tobolsk, am Zusammenfluß des Tobols und der Irtisch.

Irkutsk, an der Angara, einem Nebenfluß des Yenesei.

Auf der östlichen Abdachung gegen den Großen Ocean hin:

Peking, nicht weit vom Golf gleichen Namens.

Nanking, am Jantsekiang.

Canton, an der Mündung des Flusses gleichen Namens.

Auf der südlichen Abdachung:

Bangkok, am Menam.

Ava, am Irawaddi.

Benares, am Ganges.

Calcutta, an einem Arm des Ganges, nahe der Mündung desselben.

Diarbekir } am Tigris.
Bagdad }

Bassora, am Schat-al-Arab.

Ispahan, auf dem Plateau, welches zwischen dem Bassin des Caspischen Meers und des Persischen Meerbusens liegt.

Mekka, im Westen der Arabischen Halbinsel.

Im Bassin des Mittelländischen Meers:

Smyrna, am Archipel.

Haleb, zwischen dem Euphrat und dem Mittelmeer.

Damaskus, südlich von Haleb.

Auf der Insel Java:

Batavia.

Nehmen wir nun Afrika durch.

Auf der nördlichen Abdachung nach dem Mittelmeer hin finden wir:

Tunis,

Algier,

Tripolis,

Alexandria, nahe an einer der Ausmündungen des Nils,

Cairo, am Nil.

Alle diese Städte liegen am Mittelmeer.

An der westlichen Abdachung nach dem Atlantischen Ocean hin finden sich:

Marocco, an dem Fluß gleichen Namens.

An der südlichen Abdachung nach dem Ocean:

die Capstadt, am Cap der guten Hoffnung.

Im Bassin der Joliba:

Tombuctu.

In Nordamerika und zwar auf der östlichen Abdachung:

Quebec, am Laurentius-Strom.

Boston, an einem Meerbusen.

New-York, am Ausfluß des Hudson.

Philadelphia, am Delaware.

Charlestown, am Meer.

An der Abdachung nach dem Golf von Mexico hin:

New-Orleans, zwanzig Meilen vom Ausfluß des Mississippi.

Mexico, auf einer Hochebene, zwischen dem westlichen Theil des Golfs von Mexico und dem Großen Weltmeer.

Im Becken des Mississippi:

St. Louis.

Auf der westlichen Abdachung:

Panama, an dem Meerbusen gleichen Namens.

In Südamerika, und zwar auf der nördlichen Abdachung:

Carthagena, am Caraibischen Meer.

An der westlichen Abdachung:

Quito, auf einem Plateau der Anden.

Lima, nahe der Küste des Großen Oceans.

Auf der östlichen Abdachung:

San Salvador, in der Allerheiligenbai.

Rio Janeiro, an der Ausmündung des Flusses gleichen Namens.

Buenos-Ayres, am Ausfluß des Rio de la Plata.

Auf der Insel Cuba:

Habanna.

Von der politischen Eintheilung der Länder des Erdkreises. Wenn man sich die natürlichen Grenzen der verschiedenen Gebiete der Erdoberfläche gemerkt hat, so kann man die Grenzen der politischen Eintheilungen, die von jenen doch nicht so ganz und gar unabhängig sind, daran knüpfen. Bei allen größeren Staaten nehmen wir wahr, daß ihre Grenzen sich nach Gebirgszügen, Flüssen, Meeren u. s. w. richten. Diese hinderten theils die Ausbreitung der verschiedenen Volksstämme, theils boten sie aber auch mit Leichtigkeit natürliche Punkte zur Feststellung der Wohnungsgebiete der Völkerschaften dar. Wenn es nicht über die von uns gesteckte Aufgabe hinausginge, so würden wir nachzuweisen suchen, wie die politischen Grenzen durch die natürlichen bestimmt werden. — eine höchst interessante Aufgabe, mit welcher sich schon Berghaus beschäftigt hat.

In Deutschland sind, durch den Lauf der geschichtlichen Ereignisse, die politischen Grenzen sehr willkürliche geworden; in Frankreich ist die Eintheilung in Departements lediglich auf die physischen Grenzen basirt worden und es hat sich daselbst diese Eintheilung außerordentlich bewährt, insbesondere in Bezug auf die Polizei- und Regiminalgesetzgebung. Sehr viele Einrichtungen, Sitten und Gebräuche der Menschen hängen bloß von den physischen Umständen der Länder ab, welche sie bewohnen; offenbar werden die Bedürfnisse der Einzelnen dann am besten befriedigt, wenn

die Regierung im Stande ist, alle diejenigen, welche gleiche Bedürfnisse haben, zusammenzufassen und ihnen gleiche Gesetze zu geben, so daß nicht eine Verfügung der Regierung dem Einen zur Wohlthat, dem Andern zur Last wird. Auch rücksichtlich der Besteuerung ist die Kenntniß der physischen Grenzen der Länder von ungemeiner Wichtigkeit.

Nähere Betrachtung des Festlandes, insbesondere der Gebirge.

Die Erdoberfläche enthält ungefähr 16500000 Quadratmeilen. Davon kommen auf den alten Continent und zwar auf Europa und Asien zugleich . . . 1650000
» Afrik a 920000
Zusammen . . . . 2570000 Q.

Der neue Continent umfaßt 1178000 Quadratmeilen, indessen läßt sich die Größe desselben doch nicht so ganz genau angeben, weil die Polarländer dieses Welttheils noch nicht gehörig untersucht und weil die Grenzen derselben immer noch nicht scharf genug festgestellt sind.

Nordamerika hat eine Ausdehnung von etwa 607000 Quadratmeilen.

Südamerika umfaßt, wenn man es an der schmalsten Stelle der Landenge von Panama beginnen läßt, 571000 Quadratmeilen.

Neuholland nimmt eine Fläche von 230000 Quadratmeilen ein.

Wie groß der Flächeninhalt der vielen Inseln sei, mit denen das Meer bedeckt ist, dies läßt sich nur schätzen, denn obgleich wohl keine unentdeckte Insel existirt, so haben wir

doch keine verlässigen Angaben über die Größe derselben; immerhin mögen aber die sämmtlichen Inseln nahe an 300000 Quadratmeilen einnehmen.

Zieht man nun den Gesammtflächengehalt des Landes von dem der Erdoberfläche ab, so bleiben 1222200 Quadratmeilen für das Meer, so daß also etwa $^3/_4$ auf das Meer, $1^1/_4$ auf das Land kommen.

In der nördlichen Halbkugel ist das Land vorherrschend, es nimmt daselbst etwa $^1/_4$ der Oberfläche ein; in der südlichen Hemisphäre beträgt das Land nur $^1/_8$ der Oberfläche.

Die Fläche des Festlandes läßt sich, wenn man von den kleinen Unterschiedlichkeiten, welche sich dem Auge darbieten, absieht, in folgende vier Arten von Configurationen bringen:

1) In die Gegenden, welche von hohen Gebirgen eingenommen und von tiefen Thälern durchschnitten sind, dabei aber keine Plateaus, noch Ebenen von größerer Ausdehnung enthalten.

2) Große Ebenen, bedeckt mit krautartigen Gewächsen; Steppen nennt man sie im östlichen Europa und in Asien, Savannen in Nordamerika, Llanos und Pampas in Südamerika.

3) Flache Gegenden, von aller Vegetation entblößt, mit trocknem Sande bedeckt, ohne ständig fließendes Wasser. Sie kommen in größter Ausdehnung in Asien und Afrika vor, wo man sie Wüsten nennt.

4) Gegenden, die allein von Hügeln oder wenig hohen Gebirgen durchzogen sind, durch die Flüsse und Bäche strömen und in denen die Felsen und die Sandebenen eine geringe Fläche einnehmen.

Die Länder letzterer Art bilden augenscheinlich diejenigen Theile der Erde, die besonders geeignet sind, um

bewohnt zu werden, weil in ihnen diejenigen Umstände, welche die Bedürfnisse der Menschen befriedigen können, in reichlichstem Maße und in mannigfaltigster Abwechslung enthalten sind. Die civilisirte Gesellschaft kann nicht anders bestehen, als in solchen Gegenden, in welchen eine Vegetation sich vorfindet, die den Unterhalt der Menschen zu decken vermag. Diese Vegetation ist aber immer abhängig von einer gewissen Menge Wasser oder Feuchtigkeit. Dabei ist aber auch nöthig, daß die Temperatur, die Wärme, wenigstens im Sommer, so hoch steigt, daß die Agriculturgewächse und vornweg die Cerealien (Gerste, Hafer, Weizen, Roggen) zur Reife gelangen können. In der Folge werden wir sehen, daß die Temperatur eines Ortes, unter sonst gleichen Umständen, von der Erhebung dieser Gegend über die Meeresfläche abhängt. Daher kommt es auch, daß viele Pflanzen, welche der gemäßigten Zone eigenthümlich sind, auch in der heißen Zone an solchen Orten, welche nicht in meeresgleicher Lage sich befinden, vegetiren können. Auf der andern Seite bemerken wir, daß diejenigen Flächen, welche von Felsen bedeckt sind, auf denen die Erde in Folge der stets fortwährenden Abschwemmung durch Regenwasser sich nicht zu halten vermag, sich nicht dazu eignen, um gleichzeitig eine größere Zahl von Gewächsen einer und derselben Art hervorzubringen, aus denen eine Ernte besteht. Was nun die Wüsten anlangt, so hindert dort der Mangel an Feuchtigkeit nicht allein die Entwicklung der Pflanzen, sondern auch schon von Anfang an das Keimen der Samen. Die Steppen sind zwar reichlicher mit Feuchtigkeit versehen, entweder durch periodisch fließende Gewässer oder durch zeitweise fallenden Regen; allein das Intermittiren der Vegetation in gewissen

Jahrszeiten macht sie doch auch so gut wie unbewohnbar.

Die Gebirgsketten sind nicht allein in ihrer äußern Gestaltung und in ihren Umrissen wesentlich von einander verschieden, sondern auch eine und dieselbe Gebirgskette zeigt häufig sehr verschiedene Eigenthümlichkeiten. Auf abgerundete Gipfel, die mit Waldungen oder Weiden bedeckt sind, folgen weite Thäler, dann isolirte Felsen, einzelne Spitzen, Zacken, welche sich in die Lüfte erheben, auf denen man nur niedrige Pflanzen oder Moose bemerkt, die aus den Felsenspalten ihre Nahrung ziehen, dann wieder enge Thalmündungen, die man, so zu sagen, als Spalten der hohen Gebirge und Felsen ansehen kann. So vereinigen sich alle diese Eigenthümlichkeiten und Unterschiedlichkeiten, um jeder Gegend das Gepräge eines besondern Charakters zu verleihen.

Die Methode, welche uns die geeignetste scheint, um einige Ordnung in die Beschreibung der Gebirge zu bringen, besteht darin, zuerst mit den Knoten anzufangen, wo die Hauptkämme sich begegnen. Von diesen Knoten gehen nämlich nachher wieder die großen Thäler aus, die wir in der Ordnung beschreiben wollen, wie sie in ihrer Richtung auf einander folgen; daran knüpfen wir dann die Aufzählung der Seitenthäler, welche in jene gerade so einmünden, wie die Nebenflüsse in den Hauptstrom bei den Gewässern. Die Seitenthäler werden von solchen Aesten der Gebirge gebildet, welche vom Hauptkamm ausgehen; sie sind nicht selten geradezu in einem rechten Winkel an den Kamm angeheftet. Die Seitenthäler sind wieder von kleineren Thälchen oder auch von Hohlrissen durchzogen.

Wir wollen nun die für uns merkwürdigsten Gebirgs-

ketten der Erde etwas näher betrachten. Dazu müssen wir mit den europäischen Gebirgen, die ohne allen Zweifel das höchste Interesse für uns besitzen, beginnen.

Europäische Gebirge.

In dem Raum, welcher die Quellen des Rheins und der Rhone trennt, fällt uns zuerst ein Haupt=Knoten auf, der durch eine sehr bedeutende Gebirgsmasse angedeutet ist, aus welcher das Furkajoch, wo die Rhone entspringt, der St. Gotthard, der Lukmanier, das Rheinwaldhorn und der Adula sich erheben, von welchen östlich die ersten Arme des Rheins entspringen. Südlich von der eben genannten Gebirgsmasse gehen sehr beträchtliche Gewässer aus, die in den Lago Maggiore fallen, aus dem die Tessin, ein von Norden kommender Nebenfluß des Po, sich ergießt.

Die Thäler, welche von diesem Gebirgsknoten ausgehen, sind folgende: östlich die des Rheins, drei an der Zahl, begriffen zwischen Osten und Norden; in dieser letztern Richtung vereinigen sich die Gewässer dieser Thäler, um in den Constanzer See zu gelangen. Nördlich finden wir das Thal der Reuß, die den Luzerner See durchschneidet, hierauf das Thal der Aar, welche die Reuß aufnimmt und sich dann von der linken Seite her hinter dem Constanzer See in den Rhein ergießt. Eigentlich scheint das Aarthal nur ein Ausläufer des Rhonethales zu sein, welches seine Oeffnung westlich von dem eben genannten Gebirgsstock hat. Das Thal der Rhone ist ohne Zweifel das merkwürdigste in dem ganzen Zug der Alpen, sowohl was seine Längenausdehnung, als auch die Höhe der Gebirgskämme anlangt, von welchen es eingeschlossen ist. Wir werden bald von ihm ausführlicher handeln.

Oestlich von demselben Gebirgsknoten und zwar in einiger Entfernung von demselben, öffnet sich das Innthal, das seine Richtung nach Nordosten hin hat, sowie das Thal der Adda, eines Flusses, der sich zuerst in den Como=See, dann in den Po ergießt. Ihr Lauf ist Anfangs südwestlich.

Die Thäler des Rheins, der Rhone, des Inns und der Adda durchschneiden das Gebirgssystem, zu welchem sie gehören, der Länge nach; ihre Richtung geht in dem Sinne der größten Längserstreckung dieses Systems. Letzteres ist in der Folge wieder von Querthälern durchzogen; die einen laufen von Nord nach Süd, sie enthalten die Gewässer, die zu der nach Italien gerichteten Abdachung gehören; die anderen, welche eine südnördliche Richtung besitzen, schließen die Nebenflüsse des Rheins ein.

Das Thal der Rhone und der Nebenflüsse, die von jeder Seite in dasselbe einmünden, bilden ein System für sich. Das Rhonethal ist, wie wir schon vorhin bemerkten, eines der bedeutendsten Thäler in den europäischen Gebirgen. Seine Länge beträgt von der Quelle der Rhone bis zu dem Engpaß, an dem die Stadt St. Maurice liegt, vierunddreißig Meilen. Dieses Thal öffnet und schließt sich fünfmal hinter einander; seine geringste Breite beträgt eine halbe Meile, seine größte anderthalb Meilen. Der Unterschied zwischen der größten Tiefe desselben und den höchsten Spitzen der Berge, welche es umkränzen, beträgt über 2000 Toisen.

In den oberen Lagen der Gebirgskette, von welchen das Rhonethal nordwärts eingeschlossen ist, bemerken wir in der Richtung von Ost nach West: die Grimsel, das Finsterarhorn, südlich vom Schreckhorn; nördlich das

Wetterhorn, und indem wir wieder nach Westen zurückkehren, die Jungfrau, dann den Gemmi, die Diableretsberge, und dann den Morkleszahn, von wo aus die Kette sich gegen einen großen Winkel hin, den die Rhone bildet, wieder abplattet.

Die Seitenthäler, welche zwischen den Nebenzweigen dieser Gebirgskette enthalten sind und nach dem nördlichen Ufer der Rhone hin gehen, besitzen im Ganzen eine geringe Länge; das bemerkenswertheste scheint das Lötschenthal zu sein.

Die Kette, welche das Thal der Rhone von der südlichen Seite begrenzt, scheint in ihren beiden Richtungen, von denen die eine nach der Rhone, die andere nach dem Bassin des Po hin läuft, eine größere Masse zu besitzen, als diejenige, welche die nördliche Grenze des nämlichen Thales bildet; man bemerkt dort den Simplon, den Mont-Cervin, weiter südlich den Mont-Rosa, das Weißzehhorn, den Mont-Combin, den Mont-Velant, den großen St. Bernhard; endlich im westlichen Theil dieser Kette finden wir einen sehr bedeutenden Ast, der nach Südwest seine Richtung nimmt und den Mont-Blanc enthält, dessen Gipfel den ganzen Zug der Alpen beherrscht. Er ist, nach mehreren fruchtlosen Versuchen, zuerst im Jahr 1786 bestiegen worden; Saussure besuchte ihn im Jahr 1787 und machte daselbst mehrere merkwürdige Beobachtungen physikalischer und chemischer Natur, von welchen später die Rede sein wird*).

---

*) Die Meereshöhen einiger der vorgenanten Berggipfel sind: Finsterarhorn 2206, Jungfrau 2148, Mont-Cervin 2309, Mont-Velant 1722, Mont-Rosa 2430, Mont-Blanc 2446 Toisen.

Der Zweig, von dem der Mont-Blanc einen Theil ausmacht, bildet von der südwestlichen Seite eine der Scheidewände des Chamounithales, in welchem die Arve fließt, die unterhalb Genf in das linke Ufer der Rhone einmündet. Die Spitze dieses Thals schließt sich an die Kämme an, welche die Gewässer, die in die Arve fließen, von denjenigen trennen, die in die Rhone sich ergießen. Unter diesen bemerkt man den Mittagszahn, beinahe von der Gestalt des Morkleszahns, von dem schon die Rede war.

Nachdem wir die höchsten Berggipfel betrachtet haben, richtet sich unsere Aufmerksamkeit auf die Pässe, von welchen aus es allein möglich war, die Wege herzustellen, um die Gebirgsketten zu übersteigen, die sonst durch jähe Abgründe oder schroffe Eingänge unzugänglich gemacht würden. Es sind hauptsächlich zwei Pässe in der nördlichen Kette, welche das Rhonethal begrenzt, nämlich der Grimselpaß, der in das Aarthal, und der Gemmipaß, der gleichzeitig in das Aarthal und in das Frutigthal führt.

In der südlichen Kette kommt man zuerst über die Simplonstraße auf den großen Bernhard, zu welchem das Thal von Entremont führt, und durch den Engpaß von Trian, der zu dem Col de Balme leitet, welcher wiederum mit dem Chamounithal in Verbindung steht.

An der Spitze des Rheinthals liegt der St. Gotthardsberg, dessen höchster Gipfel, Petschiora genannt, 1662 Toisen Meereshöhe besitzt; weiter nordöstlich finden sich der Todiberg, der Hanstock, die Scheibe und wenn man fortfährt, der Grenze des Rheinbeckens nach dem Constanzer See zu folgen, der Sentis, in einiger Entfernung von Appenzell.

Die Aeste, welche zwischen den Thälern hinziehen, deren Gewässer sich in die Quellen des Rheins ergießen, haben eine große Anzahl von Gipfeln aufzuweisen, von denen wir nur den Julierberg und Albula, die am Anfang der nördlichen Grenze des Innthals liegen, nennen. An der südlichen Grenze findet sich der Bernina. Der Ausgangspunkt des Addathals liegt in einer großen Masse von Gebirgen. Südwestlich von diesen bemerkt man die Ortelsspitze oder den Orteler; er besitzt eine Höhe von 2336 Toisen über dem Meer.

Die Aufzählung der Pässe, welche das Rhonethal mit den Thälern des Rheins und diese mit den Thälern des Inn, diese wieder mit denen der Adda u. s. w. in Verbindung setzen, würde uns zu sehr aufhalten. Es genügt zu bemerken, daß diese Pässe sich meist an der Spitze von Thälern befinden; dies ist auch ganz natürlich, denn dort hat das Terrain schon eine bedeutende Erhebung erreicht.

Von der Ortelsspitze aus bemerken wir wieder einen großen Zug in der Kette der Alpen. Dieser geht gerade östlich, er sendet Ausläufer nordöstlich hinauf nach dem Wiener Wald und südöstlich an der Küste des Adriatischen Meeres hin. In den Hauptzuge liegen hohe Berge, nämlich der Brenner, die Dreiherrnspitze, der Groß-Glockner, der Tauern, das Rathhaus, Wachteck und der Erzberg. In der Kette, welche ihre Richtung nach dem Adriatischen Meer hin nimmt, fallen uns auf: das Hochkreuz, Eishorn, der Terglu, Schneeberg und Kleck.

Die letztere Kette hängt zusammen mit einem großen Gebirgssysteme, welches seinen Lauf zuerst in südöstlicher und dann in rein östlicher Richtung hat. Es zieht durch

das heutige Bosnien, Macedonien und Thracien und führt zuerst den Namen Tschardegh, dann Hämus oder Balkan.

An den Wiener Wald reihen sich die Karpathen, die sich zwischen der Weichsel, Donau und Theiß hin erstrecken. Ihr Hauptstock heißt das Tatragebirge. Die höchsten Kuppen sind: die Lomnitzer und Gerlsdorfer Spitze und der Krivan.

Im Zusammenhang mit den Karpathen stehen die Sudeten, eine Gebirgsreihe zwischen Oder und March. Ihre höchste Kuppe ist der Altvater. Sonstige Berge sind: der Schneeberg, die hohe Mense, das Eulengebirg, der Ottenstein.

Unmittelbar an die Sudeten reiht sich das Riesengebirge, zwischen der Oder und der nordöstlichen Grenze von Böhmen. In ihm finden wir die Schneekoppe, den Mittagstein, die Sturmhaube, den Iserkamm.

Auf der linken Seite der Elbe, in südwestlicher Richtung bemerken wir das Erzgebirge, welches durch die Felspartien der Sächsischen Schweiz mit dem Riesengebirge in Verbindung steht. Seine höchsten Spitzen bilden der Keilberg, der Fichtenberg, der Sonnenwirbel, Auersberg und der Grüne Stein.

Das Fichtelgebirge ist als eine unmittelbare Fortsetzung des Erzgebirges zu betrachten. In ihm sind bemerkenswerth: der Schneeberg und der Ochsenkopf.

Zieht man mit den Sudeten eine Parallele vom Fichtelgebirge aus bis zur Donau hin, so deutet diese Linie den Gebirgszug des Böhmer Waldes an, der die Berge Arber, Rachel und Heidelberg enthält. Als ein

Ausläufer des Böhmer Waldes ist der Baierische Wald zu betrachten.

In nordwestlicher Richtung vom Fichtelgebirge läuft der Thüringer Wald mit dem Behrberg, dem Schneekopf, dem Bleßberg, dem Rupberg und den Kükelhahn.

Südlich vom Thüringer Wald finden wir den Steiger-Wald. Seine höchste Kuppe ist der Braunberg.

Etwas nördlich vom Steiger-Wald und westlich vom Thüringer Wald liegt das Rhöngebirge mit der Kreuzburg und der Milzeburg. Unmittelbar an die Rhön reiht sich das Vogelsgebirge mit dem Taufstein, an dieses südlich der Spessart mit dem Geigersberg, südwestlich der Taunus mit dem Feldberg, westlich der Westerwald, nordwestlich das Rodhaargebirge mit dem Ederkopf, noch weiter nördlich der Teutoburger Wald mit dem Falkenberg.

Zwischen dem Teutoburger Wald und der Elbe liegt der Harz. Seine höchste Spitze bildet der Brocken oder Blocksberg.

Kehren wir nun wieder zum Bodensee zurück, so finden wir nördlich von diesem auf der rechten Seite des Rheins den Schwarzwald mit dem Feldberg, dem Belchen, dem Blauen, dem Kandel, dem Kniebis, Rostbühl und Kaiserstuhl.

An den Schwarzwald schließt sich nördlich der Odenwald mit dem Katzenbuckel, der Neunkircher Höhe und dem Melibokus an.

Nordöstlich vom Schwarzwald läuft die Rauhe Alp mit dem Schaafberg und dem Roßberg.

Auf der linken Seite des Rheins, gegenüber dem Odenwald, bemerken wir noch den Hundsrück und nordwestlich von diesem die Eifel und die Ardennen nebst der Hohen Veen.

In unmittelbarem Zusammenhang mit den Alpen stehen die Apenninen, welche förmlich als ein südlicher Ausläufer der Alpen angesehen werden können. Sie durchziehen ganz Italien und setzen sich unter dem Meer hin bis nach Sicilien fort, dabei so ziemlich die Mitte der Italischen Halbinsel einhaltend. Die Apenninischen Berge sind zum größten Theil kahl und unfruchtbar, nur hie und da finden sich Waldungen auf denselben. Auffallender Weise steigen die Laubhölzer in dem südlichen Theil der Apenninen nicht so im Gebirge hinauf, als im nördlichen Theil, obgleich doch offenbar der letztere eine geringere Sommertemperatur besitzt. Die starke Blattausdünstung bei den Laubhölzern mag die Ursache dieses merkwürdigen Verhaltens sein.

Von den Apenninen unterscheidet man vier Hauptpartien. Von der Bai von Genua an bis zum Berg Cimone heißen sie Ligurische Apenninen; von da an bis zu den Tiberquellen Toscanische Apenninen; von den Quellen der Tiber bis zum Monte Velino — Römische Apenninen, und von da an bis zur Südspitze Italiens Neapolitanische Apenninen. Der Vesuv bei Neapel und der Aetna auf Sicilien gehören dem System der Apenninen an.

Die Pyrenäen bilden eine Reihe von Gebirgen, die in ihrer äußern Erscheinung ganz und gar verschieden von den Alpen sind. Es läßt sich daselbst kein Längenthal von einiger Bedeutung bemerken, vom Mittelmeer nach dem Atlantischen Ocean hin. In der Querrichtung, die eine

Ausdehnung von etwa 24 Meilen besitzt, herrscht ein gewundener Gebirgskamm vor, in welchem Piks und Felsen von einfacher Gestalt wie Trümmer eingereiht sind. Die beiden Abdachungen dieses Kamms sind von engen, aber tiefen Thälern durchzogen, in denen reißende Bäche fließen. Oftmals zeigen diese Thäler an der Stelle, wo sie beginnen, eine Ausweitung in der Form eines Kreises; von da an verengen sie sich wieder. Diese Ausweitungen, deren Scheidewände sich mauerförmig erheben, haben fast sämmtlich eine bedeutende Tiefe.

Die Kette der Pyrenäen hat vom Mittelmeer bis zum Golf von Biscaja eine Längenausdehnung von 55 Meilen. Ihre Abdachung nach Spanien hin ist ziemlich flach, stärker geneigt dagegen die Französische. Auf der erstgenannten fließen die Wasser alle in das Bassin des Ebro; sobald aber die Kette sich beinahe parallel mit den südlichen Ufern des Gascogner Meerbusens fortzieht, strömen die Gewässer auch dem Becken des Duero zu.

Die höchsten Gipfel der Pyrenäen sind, in der Richtung von Ost nach West: der Canigou, weiter südlich: die Maladetta, der Pik du Midi de Pau, weiter davon an der Seite der südlichen Abdachung: Neou-Vieille, dann der Mont Perdu, der höchste Gipfel der ganzen Kette; wenig entfernt davon finden sich Gipfel, die man, nach ihrer Gestalt, den Cylinder von Marbore, die Thürme von Marbore genannt hat. Ferner in einer Masse von Felsen eine Oeffnung — die Rolandsbresche, endlich der Gipfel des Vignemale.

In den Pyrenäen finden sich auch einige merkwürdige Pässe; der höchste von diesen scheint der Pineda-Paß, westlich vom Mont Perdu, zu sein; östlich findet sich

der Gavarnie-Paß, der, nach dem Reisenden Ramond, nicht viel niedriger als der vorige sein soll. Die Höhe des erstern beträgt nämlich 1291, die des letztern 1196 Toisen.

Wir haben vorhin schon angedeutet, worin die Pyrenäen sich von den Alpen unterscheiden. Wir fügen noch bei, daß die Namen, welche die höchsten Gipfel führen, in einiger Hinsicht dasjenige bezeichnen, worin eben diese Verschiedenheit beruht. In den Alpen erheben sich Felsen von der schlankesten Form, ähnlich immensen Obelisken, hunderte von Metern hoch über die Masse der Gebirge, denen sie angehören; sie tragen, sehr bezeichnend, die Benennung »Hörner«. In den Pyrenäen bemerken wir dagegen große Zusammenhäufungen von Felsenpartien, plumpe Bergformen, schroffe Abhänge, aber in den meisten Fällen zugänglich. Die Berge haben nicht selten das Ansehen von flachen Pyramiden.

Der ausgezeichnete Naturforscher Ramond hat den Mont Perdu, dessen Gipfel die Pyrenäen beherrscht, bestiegen. Von der nördlichen Seite, sagt er, ist diese Kette weit und breit; sie ist von mehreren parallelen Gebirgssystemen gebildet, die nach und nach, fast unmerklich, an Höhe abnehmen, bis sie sich in der Ebene verlieren. Von der südlichen Seite dagegen ist die Abdachung sehr steil; es ist bemerkenswerth, daß eine ähnliche Verschiedenheit zwischen der nördlichen und südlichen Abdachung derjenigen Kette der Alpen besteht, welche das Becken der Rhone und das des Po trennt, und zwar in der Weise, daß der Abfall des Gebirges gegen den letztgenannten Fluß viel stärker ist, als derjenige gegen die Rhone.

Die Anden. Die Anden bilden, wenn man alle

ihre Verbindungsketten zusammenfaßt, ohne Zweifel die längste Gebirgskette der Erde; denn sie erstrecken sich von der äußersten Südspitze Amerika's, dem Cap Horn, bis zum Eliasberg an der Nordwestküste von Nordamerika. Bis hierher haben sie eine Längenausdehnung von 1600 Meilen und in dieser Linie kennt man vier Punkte, wo sie eine größere Höhe als der Mont=Blanc erreichen. Die Cordilleren der Anden sind im Isthmus von Panama verengt, später erweitern sie sich dagegen bedeutend. Auch die Höhe derselben ist auf der genannten Landenge nur unbedeutend.

Wir sind immer noch weit davon entfernt, alle die Gebirgsknoten und die Thalverzweigungen dieser ungeheuren Kette im Speciellen zu kennen. In Südamerika bemerkt man, wie jede Karte zeigt, zwei stark ausgeprägte Knoten, den einen gegen den 7ten Grad der nördlichen Breite, östlich vom Magdalenenstrom, den zweiten am Ursprung des letztern, von wo aus er sich in drei weitere Aeste theilt. Der eine von diesen läuft östlich vom Magdalenenstrom, der andere zwischen diesem und dem Cauca, den jener Fluß später an seinem westlichen Ufer aufnimmt; der dritte endlich befindet sich zwischen dem Cauca und dem Großen Ocean. Südlich von diesem Knoten öffnet sich das Thal, in welchem die bekannten Französischen Astronomen ihre Gradmessungen ausführten. Vom Aequator bis zum 3ten Grad südlicher Breite sieht man zwei Gebirgskämme beinahe parallel und in einer Entfernung von 7 — 8 Meilen an einander vorüberziehen; sie haben ihre Richtung von Nord nach Süd; an ihrem Rande befinden sich die höchsten Bergspitzen. In dem Zwischenraum dieser beiden Kämme finden sich auch einige Höhen, welche, vorzüglich die im

Süden, von dem einen dieser Kämme zum andern reichen und zwischen welchen sich Gewässer hindurchwinden, von denen die einen in einer Straße quer auf die westlichen Cordilleren sich nach dem Großen Ocean begeben, welcher ungefähr 45 Meilen davon entfernt ist; die anderen fließen, nachdem sie die östliche Cordillerenkette durchschnitten haben, in das Becken des Amazonenstroms. Ungeachtet einiger Unregelmäßigkeiten kann der größte Theil des Raumes zwischen den Cordilleren, von denen wir eben sprachen, doch vielleicht betrachtet werden als ein Längenthal, welches sich mehr als 60 Meilen von Nord nach Süd erstreckt. Es beginnt in der Umgebung von Quito, einer Stadt, die beinahe unter dem Aequator liegt.

Unter den Berggipfeln, welche dieses Thal begrenzen, wollen wir die folgenden hervorheben, die alle die Höhe des Mont-Blanc übertreffen. Von Nord nach Süd gehend findet man in den östlichen Cordilleren den Cayambe-Urcu, sein Gipfel befindet sich fast gerade unter dem Aequator, den Antisana, Sinchulahua, Cotopaxi, Tagarahua, den Capai-Urcu, den Sangay, der letztere östlich außerhalb der Cordilleren.

Durchwandern wir nun die westlichen Cordilleren von Nord nach Süd, so bemerken wir nördlich vom Aequator den Cotopaxi, südlich den Pitchincha, den Corazon, Illinizza, Carguirazo oder Cargavi-Razzo, den Chimborazo, dessen Gipfel der höchste Punkt von Amerika ist.

Schon Bouquer, einer der französischen Astronomen, hat nachgewiesen, daß es zwei Cordilleren bis jenseits der Stadt Popayan, mehr als sechzig Meilen nördlich von Quito, giebt. Alexander von Humboldt hat

diese Gebirge von den Zweigen an, die gegen das Caraibische Meer hin laufen, durchwandert und zuerst mittelst barometrischer Messungen die Höhen von vielen Punkten bestimmt, die vorher noch nicht gemessen waren, zugleich aber auch die Höhe des ganzen Gebirgsstocks, über welchen diese Gipfel sich erheben.

Die Pässe, auf denen man den doppelten Kamm der Anden überschreiten kann, müssen unter die höchsten gerechnet werden, welche man bis jetzt kennt. Am Fuße des Chimborazo findet sich einer, der über die westliche Abdachung der Anden durch ein Querthal, Riobamba genannt, führt. Bouquer nennt uns noch den Paß von Guanacas, nahe an den Quellen des Magdalenenstroms; er leitet in das Bassin dieses Flusses. Südlich vom Thal von Quito befindet sich eine Straße zwischen den beiden Cordilleren, sie geht über den Paramo von Assuay durch einen Punkt, dessen Erhebung über das Meer, nach Humboldt, 2428 Toisen beträgt.

Das eben genannte Thal scheint eines der höchst gelegenen und längsten von denjenigen Thälern zu sein, welche der neue Continent besitzt. Wir wollen es indessen einmal mit mit dem Rhonethal vergleichen. Das Thal von Quito hat eine mittlere Erhebung von nahe an 1500 Toisen über die Meeresfläche; der höchste Gipfel, welcher es einsäumt, der des Chimborazo, hat 3357 Toisen Meereshöhe. Die Differenz beträgt noch nicht 1860 Toisen; es geht daraus hervor, daß das Rhonethal, wo die analoge Differenz 2000 Toisen ausmacht, nicht viel niedriger in Bezug auf die es umgebenden Berge gelegen ist.

Bourrit hat in seiner Beschreibung der Alpen eine Vergleichung zwischen dem Mont-Blanc und dem Chimbo-

razo angestellt und untersucht, welcher von diesen beiden hohen Bergen dem Auge den großartigsten Anblick darbietet. Er giebt unbedingt dem erstern den Vorzug vor dem letztern.

Vom Fuße des Mont-Blanc im Chamounithal, sagt er, sieht der Beobachter diesen Koloß in einer einzigen Masse mehr als 2000 Toisen sich erheben, dies gewährt in der That den majestätischsten Anblick. — Es scheint, als ob Bourrit bei diesem Ausspruch etwas von dem Enthusiasmus befangen gewesen sei, der eine Folge der großartigen Perspective war, die sich ihm öfters darbot; wenigstens sind die Thatsachen, auf welche er seine Rechnung stützt, wenig exact. Wenn man von Riobambo-Nuevo, einer Stadt, nahe am Fuße des Chimborazo, ausgeht (sie ist 1483 Toisen über dem Meer erhaben), so wird man finden, daß die Höhe des Gipfels dieses Berges über der genannten Basis 1875 Toisen beträgt; und wenn man, bezüglich des Mont-Blanc, von dem Kloster im Chamounithal ausgeht, welches 528 Toisen über dem Meer liegt, so ergiebt sich die Höhe des Mont-Blanc über diesen Punkt zu 1918 Toisen (da der Mont-Blanc selbst 2446 Toisen über der Meeresfläche liegt); die letztere Höhe übertrifft die des Chimborazo nur um 43 Toisen, was doch offenbar sehr unerheblich ist. Pasumot hat die Ansicht Bourrit's bestritten; er bemerkt, daß es nicht richtig sei, als eigentliche Basis für den Mont-Blanc den Grund des Chamounithals anzunehmen, weil dieser Berg sich nicht sowohl in isolirter Manier erhebt, als vielmehr von einer sehr langen und breiten Basis, welche man das Gebirge de la Côte nennt, ausgeht, dessen Erhebung an 1300 Toisen über dem Meer beträgt. Wenn man mit dieser letzten Bemerkung einver-

standen ist, so ergiebt sich die Höhe des Mont-Blanc über seiner Basis zu nicht mehr als 1146 Toisen, was also viel weniger als beim Chimborazo ausmacht.

Der Chimborazo selbst besitzt, nach Bourrit, eine sehr unregelmäßige Gestalt. Wenn man ihn von dem Kamm aus betrachtet, aus dem er sich erhebt, so scheint seine Grundfläche 10 — 12,000 Meter im Durchmesser zu haben, das sind ungefähr vier Meilen (franz.). Der Gipfel ist, anstatt sich in eine Spitze zu endigen, vielmehr abgerundet und platt; Bourrit meint, er habe eine Breite von 300—400 Toisen. Eine leichte Rechnung lehrt, daß der Berg selbst mehr als 20,000 Toisen Cubikinhalt besitzen kann. Wie beträchtlich auch diese Masse sei — sie müßte doch siebentausendvierhundert Millionen mal mehr betragen, um daraus die Masse der Erde bilden zu können. Es ist also, wie wir schon früher bemerkt haben, der Inhalt eines der größten Berge der Erde eine sehr kleine Größe gegen den Inhalt der ganzen Erdkugel.

Die bedeutende Masse des Chimborazo und seine isolirte Lage brachten Bouquer auf die glückliche Idee, zu untersuchen, ob nicht ein ähnlicher Berg die Eigenschaft besäße, die Körper gegen sich anzuziehen, wie es bei der Erdkugel der Fall ist, nach deren Mittelpunkt alle Körper hinstreben; dieser Gedanke war sehr natürlich, weil man die Anziehung der Erde als die Summe der Anziehungen aller Molekule auf ihr betrachten kann. Wir haben früher bereits die Resultate von Bouquer's Untersuchungen mitgetheilt und beschränken uns deshalb darauf, bemerkt zu haben, daß zuerst der Chimborazo es war, an welchem er seine Beobachtungen über die Ablenkung des Bleiloths vornehmen wollte. Bouquer konnte seine Idee nicht am Chimbo-

razo erproben, weil dieser von der südlichen Seite her nicht frei genug ist; aber nach einem andern Verfahren, welches ihm Condamine mittheilte, fand er, daß die Abweichung des Pendels 8″ von den Verticalen betrug, oder von der Richtung, die es eingehalten haben würde, wenn der Berg nicht vorhanden gewesen wäre. Wenn die Anziehung des Berges mit derjenigen der Erde im Verhältniß der Voluмina gestanden hätte, hätte die Abweichung des Pendels 1′ 43″, also zehnmal größer sein müssen; da aber die Anziehung von der Dichtigkeit der Körper abhängt, welche sie ausüben, so muß man annehmen, daß der Berg in seinem Innern Höhlungen enthält, oder, was viel wahrscheinlicher ist, daß die Gesteine, aus denen er zusammengesetzt ist, nicht den Grad der Dichte besitzen, wie die Masse der ganzen Erde.

Nach dieser Abschweifung kommen wir wieder auf die Beschreibung der Anden zurück. Der Theil, welcher südlich von dem Aequator liegt und von den Französischen Akademikern besucht worden ist, scheint nicht diese spitzen Formen zu haben, die den Gipfeln der Alpen eigen sind; die Anden zeigen uns konische Gipfel, deren Abfall nach unten hin so stark ist, daß man sie nicht besteigen könnte, wenn sie nicht aus losgerissnen Felsstücken zusammengesetzt und mit Trümmern bedeckt wären, in welchen der Fuß einen Halt findet.

Die Cordilleren sind überall durchzogen und unterbrochen von engen Thälern, ähnlich Spalten; es giebt welche, deren Tiefe an 700 — 800 Toisen beträgt, während ihre Breite kaum auf 500 Toisen ansteigt, auf der andern Seite begegnet man aber auch wieder sehr weit ausgedehnten Ebenen; in der Nähe des Antisana befindet sich eine von

12 Meilen im Umfange, an 2100 Toisen über dem Meeresspiegel; eine andere Ebene ist diejenige, auf welcher die Stadt Santa Fé de Bogota, östlich von dem Bassin des Magdalenenstroms, in $4^1/_2$ Grad nördlicher Breite und in einer Erhebung von 1365 Toisen über dem Meeresspiegel liegt. Wieder eine andere ist die von St. Juan de Pastos, beinahe eben so hoch; sie befindet sich nahe bei dem Knoten, wo die Zweige der Anden, welche das Bassin des Cauca und Magdalenenstroms begrenzen, ausgehen; endlich nennen wir noch die Ebene von Caxamarca, in 7 Grad südlicher Breite und 1464 Toisen Meereshöhe.

Nahe am Aequator beträgt die mittlere Erhebung des Kammes der Anden, wenn man von den Bergspitzen absieht, die daraus hervorragen, 2000 — 2300 Toisen; südlich vom Chimborazo beträgt die Erhebung nicht mehr, als 1600 — 1800 Toisen; wenn man den 8ten Grad südlicher Breite überschreitet, so werden die Gipfel von mehr als 2400 Toisen Meereshöhe sehr häufig; solche sind der Ilimanni und der Cururana, die ungefähr am 17ten Grad südlicher Breite sich befinden.

Der Zweig der Anden, welcher die östliche Küste des Bassins des Magdalenenstroms bildet, erlangt am 11ten Grad nördlicher Breite, westlich vom Golf von Venezuela, eine Höhe von mehr als 2000 Toisen durch eine Reihe von Gipfeln, die unter dem Namen der Berge von Santa Martha bekannt sind. Der Arm, welcher sich von dem vorhergehenden am 7ten Grad nördlicher Breite trennt und südöstlich vom See Maracaybo läuft, enthält auch in der Nähe von Merida, in $8^1/_2$ Grad nördlicher Breite, Gipfel von über 2300 Toisen Meereshöhe; in seiner östlichen

Verlängerung nahe an der Küste des Caraibischen Meers hat er nach dem Cap Codere hin einen Gipfel, Silla von Caracas, genannt, aufzuweisen, der eine Höhe von 1316 Toisen und auf der nördlichen Seite eine fast senkrechte Wand von 1300 Toisen besitzt.

Gegen den Aequator hin ist der östliche Abhang der Anden ein wenig sanfter als der westliche, aber das Gegentheil hat statt unter dem 36sten Grad südlicher Breite und ebenso jenseits des 4ten Grads nördlicher Breite, nahe an der Stadt Santa Fé de Bogota. Kein Indianer, sagt Humboldt, konnte über diesen Abhang hinaus gelangen in die Ebenen, wo die Nebenflüsse des Orinoco fließen.

Humboldt hat mit großer Sorgfalt die Höhen einer großen Zahl von Punkten gemessen, welche in der Richtung von Acapulco, einem Hafen am Großen Ocean, nach der Stadt Mexico und von da aus nach dem Hafen von Vera-Cruz am Golf von Mexico sich befinden. Durch ihn lernten wir zuerst die Oberflächengestaltung dieses Theils von Nordamerika genauer kennen. Aus Humboldt's Beobachtungen geht hervor, daß, wenn man vom Großen Ocean aus sich nordwärts wendet, die Erhebung des Terrains viel weniger steil ist, als die Abdachung nach dem Golf von Mexico in einer allgemeinen östlichen Richtung. Auf der ersten Abdachung begegnet man fünf Kämmen: die Erhebung der beiden ersteren beträgt ungefähr 200 Toisen, die der übrigen 600, 700 und 1500. Zwischen diesen Kämmen finden sich vier Längsthäler, von denen die am wenigsten tiefen zunächst dem Ocean liegen; nach dem letzten Kamme kommt man auf ein Plateau oder vielmehr in ein ringsum eingeschlossenes Thal, wo die Stadt Mexico erbaut ist, die 1168 Toisen über dem Meer liegt.

Von diesem Thal aus gelangt man über eine hohe Gebirgskette von beinahe 1700 Toisen; der Weg zieht sich in der Folge über eine mittlere Höhe von 1200 Toisen in einem Zwischenraum von 40 Meilen, während der Weg von dieser Höhe nach dem Niveau des Meers hin nicht mehr als 20 Meilen beträgt. Die Anden zeigen an dieser Stelle sehr hohe Gipfel; wir nennen zuerst im Südwesten und außerhalb des Thals von Mexico, den Nevado de Toluca, weiter südwestlich die Sierra-Nevada oder Iztaccihuatl und den Volkan-Grande von Mexico oder Popocatepetl. Hierauf bemerken wir an dem östlichen Rande des Plateaus, an dem Abfall gegen den Mexicanischen Golf hin, noch zwei andere Gipfel, von denen der eine im Verhältniß zum andern in einer Richtung sich befindet, die fast Nord und Süd ist. Der nördlichste Berg heißt Naucampatetepl, der andere Citlaltepetl. Die beiden ersten von diesen Bergen, im Osten von Mexico, sowie der letztgenannte, übertreffen den Mont-Blanc an Höhe. An der nordwestlichen Küste von Amerika kennt man noch den Schönwetterberg, der beinahe diese Höhe erreicht, und den St. Eliasberg, der sie übertrifft.

Das Thal von Mexico ist noch bemerkenswerth durch seine Form; es findet sich in ihm keine Oeffnung, durch welche die Wasser entweichen können, welche in ihm sich ansammeln; in seinem Grunde zeigen sich zwei Seen, die in früheren Zeiten ein einziger waren und vielleicht in noch ferner gelegenen Zeiten das ganze Thal ausfüllten. Die Spanier gruben, um die Stadt Mexico vor den Ueberschwemmungen in der Regenzeit zu schützen, in der nördlichen Wand des Thals einen unterirdischen Canal, durch den das überflüssige Wasser der Seen, in deren Nähe die

Stadt gelegen ist, abfließt. Die Erscheinung, von der wir eben ein bemerkenswerthes Beispiel geliefert haben, zeigt sich häufig in den Gebirgen; so sieht man in den Pyrenäen Seen in großer Erhebung über der Meeresfläche und ebenso bekannt sind die Alpenseen. Böhmen, durch welches die Elbe hindurchfließt, scheint früher auch nur ein großer See gewesen zu sein; das Nämliche gilt von der Gegend Asiens, wo die Stadt Sirinagur oder Caschmir erbaut ist; sie ist rings umgeben von Gebirgen, durch das Thal windet sich der Behut, ein östlicher Nebenfluß des Sind.

Der nördliche Theil der Anden, von dem wir eben sprachen, ist noch interessanter als der südliche — wegen der großen Ausdehnung der Hochebenen, die er einschließt. Letztere sind so nahe neben einander, daß sie, so zu sagen, nur ein einziges Plateau bilden, welches sich vom 18ten bis zum 40sten Grad nördlicher Breite erstreckt.

Die Gebirgsketten Asiens. Es ist bereits früher schon angeführt worden, daß wir über die Asiatischen Gebirgsketten durch Humboldt sehr werthvolle Aufschlüsse erhalten haben. Unterstützt von dem mächtigen Beschützer der Wissenschaften, dem Kaiser von Rußland, nahm Humboldt eine großartige Expedition in das Innere von Asien vor. Ausgerüstet mit allen Werkzeugen, welche der Naturforscher bei solchen Wanderungen nöthig hat, begab er sich in die höchsten Gebirge Asiens, er erforschte ihre Längenausdehnung und die Höhen ihrer Spitzen. So haben wir zuerst durch Humboldt erfahren, daß nicht der Chimborazo, wie man früher vermeinte, der höchste Berg der Erde ist, sondern daß in Asien mehrere

Kuppen sich vorfinden, welche den Chimborazo noch überragen.

Der mittlere oder innere Theil von Asien zeigt im Allgemeinen in seiner Oberflächengestaltung und der Structur seiner Gebirge eine bemerkenswerthe Einfachheit. Er wird von vier Gebirgssystemen eingenommen, die beinahe ganz übereinstimmend von Westen nach Osten hin gerichtet sind. Wir unterscheiden mit Humboldt den Altai, Thian-Chan, Kuenlün, Hindu-Kho oder Himalaya.

Diese verschiedenen Gebirgsketten besitzen eine sehr ungleiche Längserstreckung. Das Altaigebirge hat eine Ausdehnung von 288, Thian-Chan von 488, Kuenlün von 350, Himalaya von 460 Meilen. Um diese Masse mit anderen bekannten vergleichen zu können, wird bemerkt, daß die Pyrenäen 75 Meilen, die Alpen vom Mont-Blanc bis an die Grenzen Ungarns noch nicht 150, die scandinavischen Gebirge 320 Meilen Länge besitzen.

Das Altaigebirge, welches nach Süden Sibirien begrenzt, erstreckt sich vom 50sten bis zu 52½ Breitegrad und von Westen nach Osten. Dort beginnt die Grenze an dem Schlangenberg in Sibirien, welcher durch seine überaus reichen Metallminen berühmt geworden ist. Der Schlangenberg selbst besitzt nur 207 Toisen Höhe. Man kann die westliche Grenze des Altaigebirges auch an die Stelle verlegen, wo die Uba in den Irtisch sich ergießt. Oestlich reicht der Altai bis zu den Gourbischen Gebirgen und der Südspitze des Baikal-Sees.

Früher unterschied man den Großen und den Kleinen Altai; Humboldt wies aber nach, daß diese Eintheilung eine eingebildete ist.

Der Altai läßt sich wieder in drei Gebirgszüge unter-

scheiden, deren Richtung im Allgemeinen von Osten nach Westen geht.

Zuerst nennen wir den Gebirgszug Kolyvan, den man auch den eigentlichen Altai heißt. Vom Schlangenberg an läuft der Kolyvan zuerst rein von Süd nach Nord; von hier an aber bis zur Stadt Sandypskoi an dem Fluß Bia ist seine Richtung in einer Länge von 68 Meilen südwestlich zu nordöstlich. Nach Süden hin wird die Grenze durch das Gebirge Kourtschoum gebildet. Der Altai hat einen Flächengehalt von 4400 Quadratmeilen; also ungefähr gerade so viel als England, dreimal mehr als Böhmen und beinahe viermal so viel als die Schweiz.

In dem mittleren Zuge des Kolyvan bemerken wir die Kette des Katunia, in welcher ein Berg Bieloukha (Weißer Berg) vorkommt. Er hat eine Höhe von 1730 Toisen über dem Meer, also etwas mehr, als der Aetna. Daneben finden sich noch Gipfel von 1250 bis 1400 Toisen Erhebung über die Meeresfläche. Auch Gletscher kommen in diesem Gebirgszuge vor, ähnlich den Gletschern in der Schweiz.

Von dem eigentlichen Altai oder Kolyvan laufen noch drei Gebirgsketten mit sehr bedeutender Längenausdehnung in der Richtung von Westen nach Osten aus. Sie alle sind nach Norden etwas eingebogen. Die nördlichste ist die Sayan'sche Kette; die mittlere heißt die Kette Tangnou, die südlichste wird Oulangoum genannt.

Die Sayan'sche Kette erstreckt sich von 51½ bis 52 Grad Breite; sie führt weiter östlich die Benennung Ergiktargak-Taiyan. Dieser Arm dringt bis zu 53¾ Grad Breite vor. Die östlichsten Ausläufer erreichen den Baikal-See; sie spalten sich wieder in mehrere kleinere Ketten;

nämlich das Gourbi'sche und Khamarnoi'sche Gebirge. Letzteres läuft beinahe mit den Ufern des Baikal-Sees parallel.

Die zweite Gebirgskette — Tangnou — führt auch den Namen: Goldgebirge. Sie ist mit ewigem Schnee bedeckt und befindet sich 1½ Grad südlich von der vorgenannten Kette. Ihre Längenausdehnung beträgt über 11 Grade. Ihre östliche Grenze erreicht sie am See Koussougoul, wo sie sich abflacht.

Die dritte Kette — Oulangoum — ist am wenigsten bekannt. Sie beginnt nicht weit von den Quellen des Irtisch und dehnt sich in fast rein west-östlicher Richtung bis zum Fluß Orkhon, der sich in den Baikal-See ergießt, aus.

Oestlich vom Baikal-See finden sich noch einige sehr bedeutende Gebirgsketten, von denen wir aber nur wenige und unsichere Nachrichten besitzen.

Die nördlichste von diesen ist der Gebirgszug Jablonoi. In ihm ist der bemerkenswertheste Berg der Tschocondo mit 1290 Toisen Höhe — in 49° 28′ Breite und 108° 30′ Länge. Nach Norden hin flacht sich die Kette mehr und mehr ab und verliert sich endlich in ein Plateau, welches die Wasserscheide zwischen den Nebenflüssen des Amur und Selenga bildet. Die eigentliche Mongolische Benennung für diesen Gebirgszug ist Jableni-Daba, d. h. Apfelgebirge, daraus ist denn Jablonoi entstanden. Dieses Apfelgebirge hielt man früher für den vornehmlichsten Gebirgszug des nördlichen Asiens; in älteren Geographiewerken ist dasselbe fast ausschließlich genannt. — Die nordöstliche Fortsetzung des Jablonoi bildet das Stanovoi-Khrebet-Gebirge.

Fast parallel mit dem sogenannten Apfelgebirge läuft der westliche Khingan. Diesen Gebirgszug, obgleich von nicht unbedeutender Längserstreckung, soll doch keine beträchtliche Höhe besitzen. Der Berg Tono, in 47° 5′ Breite und 107° 20′ Länge östlich von Paris, wo der tapfere und dichterische Kaiser Kang-si auf einem Felsen eine Inschrift zur Erinnerung an seinen Sieg über die Eleten eingraben ließ, befindet sich schon etwas südlich vom Khingan, nicht weit vom Ufer des Kherlon, eines Nebenflusses des Amur, in der Wüste Kobi, deren nördlichste Grenze die Seen Tarei und Kouloun bilden. An den Ufern des Arzoun, weiter nördlich, befindet sich eine Stelle, wo die beiden Gebirgsketten des westlichen und östlichen Khingan zusammenstoßen.

Hoch im Norden, über dem sechzigsten Grad der Breite, läßt sich noch ein Gebirgszug, der fast dieselbe Richtung mit den beiden vorigen hat, bemerken; es ist dies der Vilouiski-Khrebet.

In 60° 55′ Breite und 137° 55′ Länge finden wir die Kette des Aldan. Sie hat eine Höhe von nur 630 Toisen über dem Stillen Ocean. Die Kette hat die beträchtliche Breite von sieben bis acht Längengraden. Mehrere Gipfel sind mit ewigem Schnee bedeckt. Den Lärchenbaum indessen sah der Reisende Erman noch in 574 Toisen Höhe vegetiren.

Die Omekonskische Kette ist fast in einem rechten Winkel an die Axe des Aldan angereiht. Sie setzt sich zwischen den Quellen des Indigirka und Okhota fort.

Von den Ketten, welche wir soeben betrachtet haben, besitzen diejenigen, welche in der Richtung von Südwest zu Nordost verlaufen, eine nur geringe Längenausdehnung und

Höhe, wenn man sie mit den vier großen gerade von Westen nach Osten ziehenden Ketten Himalaya, Kuenlün, Thian-Schan und Altai in Parallele stellt. Die acht Ketten zwischen dem 50sten und 60sten Grad der Breite haben nur geringe Mächtigkeit. Sie sind eigentlich nur deshalb bemerkenswerth, weil sie die Wasserscheiden für die großen Flüsse, die sich in das Eismeer ergießen, bilden.

Die längsten dieser Ketten, nämlich Jablonoi-Khrebet, der westliche Khingan und Aldan haben noch nicht die Hälfte der Ausdehnung des Altai, und dieser ist dabei noch der kleinste von den vier genannten Hauptgebirgszügen. Der Jablonoi-Khrebet hat 160, der Aldan 120 Meilen Länge, während diejenige des Altai 288, die des Thian-Schan 624 Meilen beträgt. Wenn man von dem schneebedeckten Gipfel des Tschokondo absieht, so erreicht keiner der Berge des nordwestlichen Asiens eine größere Höhe als 700 Toisen. Indessen ist doch die Gesammtmasse aller dieser Gebirgszüge eine höchst beträchtliche.

Man hält gewöhnlich das nördliche Sibirien, eben weil es keine höheren Gebirgszüge aufzuweisen hat, für ein Flachland, welches sich in fast meeresgleicher Lage befinde. Diese Vorstellung ist eine durchaus unrichtige. Zwischen den Bassins des Irtisch und der Lena findet eine nicht unbeträchtliche Steigung des Landes statt; diese beiden Flüsse liegen nun 55 Längengrade von einander entfernt. Der Spiegel des Irtisch liegt zu Tobolsk 110 Fuß (Breite von Tobolsk = 58° 11′); auf dem nämlichen Parallelkreis liegt dagegen das Bett der Lena 730 Fuß über dem Meer. Der Obi hat in der nördlichen Breite von 62° nur 50 Fuß, die Lena dagegen in der nämlichen

Breite, nahe bei Jakutsk, eine Erhebung von 290 Fuß über das nördliche Eismeer.

Auf den nördlichen Gebirgen Mittelasiens entspringen, wie bemerkt, die großen Flüsse, welche in das Eismeer einmünden. Die Lena hat ihre Quellen in einer Höhe von 340 Toisen auf der westlichen Seite der Berge, welche den Baikal-See umgeben. Der Obi entsteht durch die Vereinigung der Katunia und Biya, der Irtisch östlich vom See Dsaisang (50° Breite); sie vereinigen sich nach einem langen Umweg in 60°50′ Breite, ein wenig unterhalb Samarovo. Die Quellen des Irtisch scheinen der mittägigen Abdachung der Kette von Oulangoum anzugehören, welche bekanntlich den südlichsten Zweig des Altaigebirges ausmacht. Die Biya, ein östlicher Nebenfluß des Obi, entspringt aus dem See Telezk (54° Breite), in den sich von Südosten her der Tschoulichman ergießt, als dessen Fortsetzung die Biya erscheint, gerade so wie man am Baikal-See die Angara für eine Fortsetzung des Selenga ansehen kann. Der Tschoulichman, von dem wir eben sprachen, entspringt auf der nördlichen Abdachung der Tangnou-Kette, die Katunia weiter westlich auf dem südwestlichen Theil des Kolyvan. Die Quellen des Jenisei und der obere Theil des Flusses nehmen einen weiten Raum zwischen der Sayan'schen und der Kette des Tangnou ein.

Der Jenisei wird von drei Armen gebildet, dem Kremtsik, im Westen, dem Khoua-Kem und Bei-Kem im Osten. Nicht weit von der Vereinigung seiner Arme durchbricht der Jenisei in einem rechten Winkel die Sayan'sche Kette, gerade so wie es der Amazonenstrom, der Indus und viele andere große Flüsse der beiden Continente thun. Der Jenisei nimmt von Osten her noch drei

größere Nebenflüsse auf, die sämmtlich den Namen Toungouska führen.

Der Jenisei macht die eigentliche Vegetationsgrenze zwischen Asien und Europa aus. Wenn man vom europäischen Rußland aus den Ural überschreitet, so trifft man fortwährend noch die Flora Europa's an. Jenseits des Jenisei ändert sich aber die Sache. Nun treten Pflanzenarten auf, welche Asien allein eigenthümlich sind.

Eine vom Altai wohl zu unterscheidende, aber nicht sehr bedeutende Kette bilden die Gebirge von Kousnetsk. Ihre Richtung geht fast gerade von Nord nach Süd. Vier Meilen östlich von Sandypskoi, beinahe in der Breite des Sees Telezk trennt sich diese Kette vom Altai. Wenn indessen auch in Beziehung auf die großen Asiatischen Ketten die Kousnetskischen Berge keine so bedeutende Ausdehnung zu besitzen scheinen, so gestaltet sich das Verhältniß doch anders, wenn wir sie mit den Europäischen Gebirgen vergleichen. Ihre Längenaxe ist immer noch so groß, als die der Pyrenäen und der Alpen in der Schweiz.

Wir müssen hier noch bemerken, daß das Uralgebirge, der Altai und die Kousnetskischen Gebirge sehr reich an edlen und unedlen Metallen sind. Gold und Silber kommen daselbst im Ueberflusse vor. Die unerschöpflichen Mittel des Russischen Kaiserhauses beruhen zum großen Theil auf den Bergwerken in diesen Gegenden.

Wir gehen nun zu der Betrachtung der vier großen mittelasiatischen Gebirgsketten über.

Zuerst nennen wir die Kette Thian-Chan. Von den Türken wurde sie Tengri-tagh, von den Chinesen Kilien-chan geheißen. Sie verfolgt eine mit dem Aequator fast parallele Richtung. Sie hat eine Ausdehnung von

42 Längegraden (von $69^1/_2{}^0$ — $111^1/_2{}^0$), ist also achtmal so lang, als die Kette der Pyrenäen. Sie erstreckt sich bis nach der Wüste Kobi hin. Die Breite der Kette liegt zwischen den 40sten und 45sten Parallelgrad.

Der westlichste Ausläufer unserer Kette führt die Benennung Asferah oder Aktagh. Er befindet sich zwischen dem obern Theil der Flüsse Jaxartes und Oxus. Verfolgt man das Gebirge Thian-Chan weiter in der Richtung von Westen nach Osten, so kommt man zu mehreren Parallelketten; die nördlichste von ihnen heißt Terektagh, südlich davon finden wir Kiptchak-tagh, weiter davon nach Osten hin Gakchal-tagh und nach dem See Issikoul zu die Kette Temourtou-tagh. Von Westen her besitzt das Gebirge Thian-Chan keine bedeutende Erhebung über die Meeresfläche. Der ewige Schnee beginnt erst über dem 83sten Längengrad nach Osten hin; von da an sind aber schneebedeckte Gipfel häufig anzutreffen. Die mittlere Höhe des Gebirgs beträgt hier über 1650 Toisen; die Breite dieser Gegend ist 7 — 8° südlich von Altai. Die Grenze des ewigen Schnees schwankt daselbst zwischen 1100 und 1300 Toisen.

Zwischen dem 77sten und dem 81sten Grad der Länge (östl. von Paris) befindet sich die Passage des Gletschers Djeparle, über welche uns schon Falk Nachrichten verschafft hat. Ein neuerer Chinesischer Geograph hat uns von ihr folgende Beschreibung entworfen: „Im Sommer findet man auf den Höhen Eis, Schnee und Moräste. Menschen und Thiere folgen den buchtigen Fußsteigen auf der Seite des Gebirges. Derjenige, welcher so unklug ist und sich in dieses Meer von Schnee hineinwagt, ist ohne Rettung verloren. Wenn man nun weiter zu den Gletschern ge-

langt, so findet man weder Sand, noch Bäume, noch Kräuter. Das Einzige, wodurch diese Einöde unterbrochen wird, sind ungeheure Eisschollen, welche auf einander gethürmt sind. Wenn man in die Spalten zwischen diesen Schollen hinabblickt, so bemerkt man nur einen dunkeln öden Raum, in welchen das Tageslicht niemals eindringt. Das Geräusch der Gewässer, welche unter dem Eise sich hinstürzen, gleicht dem Rollen des Donners. Um die Reise leichter zu machen, hat man in das Eis Stufen eingehauen; allein sie sind so schlüpfrig, daß jeder Tritt auf ihnen gefährlich ist. Sehr häufig finden die Reisenden in diesen Abgründen ihr Grab. Menschen und Thiere gehen hinter einander her, zitternd vor Schrecken in diesen unwirthbaren Gegenden. Wenn man von der Nacht überrascht wird, so sucht man ein Obdach unter einem Felsen; ist die Nacht warm, so vernimmt man Töne, die nicht unangenehm zu hören sind, gerade, als wenn mehrere Instrumente zugleich angestimmt würden; sie rühren von dem Bersten des Eises her. Das Echo wiederholt diese Töne und trägt sie nach allen Richtungen hin fort.«

Das Eis findet sich auf dem ganzen Kamm des Thian-Chan, wenn man dieses Gebirge von der vorhin bemerkten Stelle seiner Länge nach durchwandert. Wenn man dagegen das Gebirge der Breite nach durchschneidet, so verschwindet das Eis schon in geringer Entfernung vom Kamm. Jeden Morgen sind zehn Menschen beschäftigt, am Paß des M o u s s o u r - t a g h Stufen in das Eis zu hauen; gegen Mittag ist dasselbe von der Sonne bereits geschmolzen und schlüpfrig geworden. Oft weicht auch das Eis unter den Füßen der Reisenden aus; sie stürzen dann in die Tiefe, ohne Hoffnung, das Tageslicht jemals wiederzusehen. Die

Muhamedaner aus der kleinen Bukharei opfern einen Widder, ehe sie die Reise über diese Gebirge antreten.

Ein anderer hoher Punkt in dem Gebirgszug Thian-Chan ist der Vulcan Pe-chan (Weißer Berg). Die Chinesen nennen ihn auch Ho-chan (Feuerberg). Er liegt wahrscheinlich zwischen 42° 25′ und 42° 35′ nördlicher Breite. Dieser Vulcan hat wirkliche Ausbrüche gehabt, zum wenigsten vom Jahr 89 an bis zum Anfang des siebenten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung. Noch heute sind die Lavaströme bemerkbar, welche sich aus seinem Krater ergossen haben. Die Lava ist mit Ammoniaksalz durchdrungen, sie wird von den Chinesen als Heilmittel benutzt, nachdem sie in Pulver verwandelt worden ist. Ihre Wirkung auf den menschlichen Organismus, wenn sie eine solche haben sollte, beruht höchst wahrscheinlich in dem Ammoniaksalz.

Das große Massiv des Bogdo-Dola ist sicherlich der höchste Punkt in der ganzen Kette des Thian-Chan. Dort findet man auch die größte Zusammenhäufung von ewigem Schnee. Aus diesem Schnee entstehen Gletscher (von deren Natur später die Rede sein wird), welche sich bis in die Querthäler hinab erstrecken, gerade wie es mit den Alpengletschern in der Schweiz der Fall ist. Es ist höchst auffallend, daß die Gletscher sich nicht in der heißen Zone finden. Aus den Gletschern des Bogdo-Dola kommen kleine Flüsse, Moussour-Gol genannt, hervor.

Eine nicht minder merkwürdige Erscheinung in dem Gebirgszug Thian-Chan bieten die Solfataren von Ouroumtsi dar. Ihre Umgebungen sind reichlich mit Ammoniaksalz und Schwefel geschwängert. Die Einwohner nähern sich ihnen nur im Winter; in allen übrigen Jahreszeiten glänzt der Berg bei Nacht, wie wenn er mit tausend Lampen erleuchtet

wäre. In der Nähe dieser Fumarolen giebt es an fünfhundert kleine Höhlen, in welche dem Buddha geweihte Bilder hängen und Chinesische Inschriften angebracht sind.

Die Strecke zwischen dem Thian-Chan und dem Altai ist von mehreren kleinen Gebirgsketten durchzogen, welche zufolge ihrer Richtung verschiedenen Systemen angehören und von denen eine, der Tarbagatai, sich bis zur Höhe des ewigen Schnees zu erheben scheint. Südlich von dieser Kette finden sich noch zwei Gebirgszüge, der Alatau und das Talksgebirge.

Außerdem kommen in der eben genannten Gegend viele größere und kleinere Seen vor. Der See Balkhache, dessen Wasser gesalzen ist, besitzt nach dem Baikal- und Aral-See die größte Ausdehnung von allen Seen des mittlern Asiens.

Etwas über dem 40sten Grad der Breite und unter dem 70sten Grad der Länge (östlich von Paris) wird der Thian-Chan von einer Gebirgskette fast rechtwinklig durchschnitten, die die Benennung Bolor führt. Ihre Richtung ist fast rein von Norden nach Süden, ähnlich wie beim Uralgebirge und den Gates in Ostindien.

Die Kette des Bolor erstreckt sich von dem 36. bis zu 42½ Breitegrad und bildet eine natürliche Grenze für das Chinesische Reich nach Westen hin. Bolor soll so viel wie »Schneeberg« bedeuten. Der Bolor flacht sich in seiner Verlängerung allmählich ab; dies gilt sowohl von der Richtung nach Norden, als auch von der nach Süden.

Der Karatau scheint der äußerste Ausläufer des Bolor nach Norden hin zu sein; möglich ist es indessen, daß auch der Karatau ein eigenes kleineres System für sich bildet.

Obgleich der Bolor ein Gebirgszug von höchst beträchtlicher Ausdehnung ist, so wird er doch von dem Ural an Länge übertroffen. Der Ural umfaßt eine Linie von 520 Meilen, der Bolor ist nur 234 Meilen lang.

Wie der Ural, so ist auch der Bolor aus mehreren beinahe parallelen Ketten zusammengesetzt, die durch Hochthäler und Hochebenen von einander getrennt sind. Der nördlichste Paß ist derjenige, welcher von Jarkand über Kachgar nach Kokand führt. Die Karavanen, welche den Thee auf den Markt von Bokhara bringen, ziehen über das Bassin des Sees Lop (der Kachgar und Jarkand sind Nebenflüsse des Tarim, der sich in den See Lob ergießt), um sich dann auf der entgegengesetzten Seite des Gebirges in das Bassin des Aral-Sees zu begeben. Ein zweiter, noch bekannterer Paß, als der vorige, ist der von Pamir. Dieser befindet sich an dem Theil des Bolor, welcher zwischen dem Thian-Chan und dem Kuenlün sich erstreckt.

Einer der bedeutendsten Höhenpunkte des Bolor ist der kolossale Pik von Tutucan-Moutcani, unter 35° 25′ nördlicher Breite, welcher 3200 Toisen über der Meeresfläche erhaben sein soll.

Einen Breitegrad nördlich von diesem Berg, beinahe unter dem Parallelkreis von 37° bemerken wir die Gruppe des Pouchticour. Wie kolossal dieselbe indessen auch erscheinen mag, so bildet sie doch nur den Rand einer viel beträchtlichern Ansteigung, die unter dem Namen Pamir bekannt und in ganz Asien berühmt ist als ein Dom, »vor dessen Höhe man alle die übrigen schneeigen Gipfel Asiens sich neigen sieht.«

Sowie die Anden in Amerika, so bildet das Hima-

laya=Gebirge in Asien die längste von allen Ketten dieses Landes. Zwischen dem Himalaya und dem Thian=Chan=Gebirge läuft eine gleichfalls sehr bedeutende Kette, der Kuenlün, hin, der in seiner östlichen Fortsetzung den Namen Aneouta annimmt. Diese Kette bleibt auf eine lange Strecke hin von dem Parallelkreis in einerlei Entfernung; erst vom 85sten Grad der Länge (westlich von Paris) senkt sie sich etwas südlich unter den 35sten Grad der Breite hinab. Als eine Fortsetzung des Kuenlün kann die Kette Baïn Khara Dola angesehen werden. Das letztere Gebirge beginnt unter dem 37sten Grad nördlicher Breite und dem 88sten Grad der Länge; es liegt weiter nördlich, als Kuenlün. Es zeigt die nämliche Erscheinung, wie die Pyrenäen, in denen es auch zwei parallele Ketten giebt, von welchen die eine nicht als die unmittelbare Fortsetzung der andern auftritt, wenn sie schon da anfängt, wo die vorige aufhört. Es ist das Gebirge Baïn Khara Dola deshalb merkwürdig, weil wahrscheinlich in ihm die Quellen des Hoang=ho entspringen.

Westlich von dem Knoten, den der Kuenlün mit dem Bolor bildet, finden wir noch einige Ketten zwischen 33¼ und 36° Breite. Die nördlichste beginnt bei Chitral, sie setzt sich bis zu den Ghour'schen Bergen hin fort.

Diese Kette hat die Richtung von Ost nach West. Ihre mittlere Breite ist bei 36°. Die zweite Kette, die höchste von allen, befindet sich südlich von Chitral unter 35° Breite; sie besitzt Höhen von mehr als 3000 Toisen Erhebung über der Meeresfläche. Ursprüglich läuft sie rein westöstlich, dann senkt sie sich bis zu 34° 20′ herab. Zwischen dieser zweiten Kette und der dritten Sufeid=Koh'schen Bergkette, liegt das schöne Thal von Kaboul in 998

Toisen Höhe. Die vierte Kette, in 33°5′ Breite, ist die von Sel bei Kalabagh an den Ufern des Sind, wo das Niveau dieses Flusses noch nicht 100 Toisen über dem Spiegel des Oceans liegt. Alle diese Längsgebirge zusammen nannte man früher auch wohl den Indischen Caucasus.

Diesseits des Bolor hat der Kuenlün eine Fortsetzung, die unter dem Namen Hindu-Kho aufgeführt wird. Auch der Himalaya hat in der gleichen Lage eine Verlängerung aufzuweisen, die gleichfalls Hindu-Kho genannt wird. Man unterscheidet diese Kette als südliche, jene als nördliche. Im südlichen Hindu-Kho bemerken wir den Kohibaba mit 2800 Toisen Höhe über dem Meer.

Es ist bereits gesagt worden, daß der Himalaya die längste von allen Asiatischen Ketten ist. Er besteht aus verschiedenen Parallelketten, die aber alle im Verhältniß zu ihrer Längenausdehnung nur eine geringe Breite haben. Der Himalaya ist es, welcher auf das Klima der Ostindischen Halbinsel einen so bedeutenden Einfluß ausübt, indem er eine mächtige Scheidewand zwischen diesen gesegneten Gegenden und dem nördlichen Asien bildet.

Die Ostindien zunächst liegende Kette des Himalaya besitzt die geringste Höhe (letztere beträgt nur 500 — 600 Toisen). Die mittlere Kette hat eine Erhebung von 1800 Toisen. Die nördlichste Kette ist die höchste und enthält auch die bedeutendsten Berge. Von diesen nennen wir den Davalaghiri (Weißer Berg) mit 4390 Toisen, den Djawahir mit 4027 Toisen, den Kedarnath mit 3833 Toisen, den Kinchin-Jinga mit 4406 Toisen, den Tschamalari mit 4333 Toisen Erhebung über das Meer.

Von der Schneegrenze und von den Gletschern.

Der Einfluß der Erhebung des Bodens über die Meeresfläche zeigt sich, wie schon bemerkt wurde, zuerst an der Temperatur und der Vegetation; jene sinkt und diese verliert an Mannigfaltigkeit und Höhe der Organisation. Stauden treten an die Stelle von Bäumen, an die Stelle jener Kräuter, Gräser, Moose und Flechten; zuletzt bleibt nur eine Haube von Schnee übrig, mit welcher die Berggipfel bedeckt sind. Am auffallendsten ist diese Erscheinung in den Anden, mitten unter dem Aequator, wo Schnee und Eis für die Bewohner der Meeresküste unbekannte Erscheinungen sind.

Wenn wir von der Verminderung der Wärme, die sich beim Aufsteigen in der Atmosphäre kund giebt, sprechen werden, wollen wir auch davon handeln, warum diese Temperaturverminderung auch auf den Bergen stattfindet. Für den Augenblick werden wir uns darauf beschränken, zu bemerken, daß die Höhe, in welcher diese Erscheinung sich zeigt, am beträchtlichsten unter dem Aequator ist, und daß sie in dem Maße abnimmt, als man sich den Polen nähert. Aber selbst unter einer und der nämlichen Breite ist die Grenze des ewigen Schnees nicht genau dieselbe.

Bouquer will beobachtet haben, daß die untere Grenze des Schnees in den Anden eine Linie einhält, die parallel mit der Oberfläche des Gebirges läuft.

In Südamerika liegt die Schneegrenze nahe am Aequator 2470 Toisen über der Meeresfläche.

In Nordamerika, unter 20° Breite, beträgt sie 2360 Toisen.

In Sicilien, auf dem Aetna, unter dem 37sten Breitegrad, nahe an 1500 Toisen.

In den Alpen und den Pyrenäen in einer Breite von ungefähr 45 Graden, 1300 bis 1400 Toisen.

An der Norwegischen Küste hat man in einer Breite von 71 Graden die Schneegrenze bei 370 Toisen, im Innern dagegen bei ungefähr 550 Toisen. Merkwürdiger Weise ist dabei die Gesammtwärme an der Küste größer, als im Innern; man sollte daher vermuthen, an jener müsse die Schneegrenze tiefer liegen, allein es fällt an der Küste, die von sehr häufigem Regen bestrichen wird, mehr Schnee, und die größere Jahreswärme vermag nicht, diesen gänzlich hinwegzuschmelzen.

Die Schneegrenze sinkt endlich bis zum Niveau des Meers hinab und zwar in den Polargegenden, die von Eis bedeckt sind, welches niemals ganz schmilzt und an der Oberfläche kaum im Sommer etwas aufthaut.

Die vorhin angegebenen Größen für die Schneegrenze sind, wie man bemerkt, nicht immer gänzlich abhängig von der Breite, es kommen hier locale Umstände hinzu, die Verschiedenheiten veranlassen. So liegt auf dem südlichen Abhang des Himalaya-Gebirges die Schneegrenze 570 Toisen tiefer als auf der nördlichen Abdachung; das rührt ganz allein davon her, weil der nördliche Abhang nur von

den trockenen Winden berührt wird, welche aus den Asiatischen Steppen kommen, während der südliche Abhang den mit Feuchtigkeit aus dem Indischen Meer beladenen Südwestwinden preisgegeben ist. Von der Feuchtigkeitsmenge hängt nun natürlich auch der Schneefall ab. Bei den Caucasus und den Pyrenäen finden wir ein ähnliches Beispiel. Obgleich diese beiden Gebirge unter derselben Breite liegen, so befindet sich doch die Grenze des ewigen Schnees auf dem Caucasus 260 Toisen höher als bei den Pyrenäen; daran ist weiter nichts schuld als der stärkere Schneefall auf den letzteren, eine Folge der mit Feuchtigkeit geschwängerten Winde, die aus dem Atlantischen Ocean kommen.

Aber auch von einem Jahr zum andern wechselt die Schneegrenze oft nicht unbedeutend, je nach der Temperatur, welche in den verschiedenen Jahren herrscht und nach der Menge des gefallenen Schnees. Auch selbst innerhalb eines und desselben Gebirges treffen wir auf Differenzen in der Höhe der Linie des ewigen Schnees. So bestimmt Saussure die letztere für die isolirten, freigelegenen Berge der Alpen auf 1400 Toisen, für geschützte Berge beträgt sie oft 20—30 Toisen weniger.— Man kann die Schneegrenze dazu benutzen, um die Berghöhen abzuschätzen, muß sich dabei aber immer in einerlei Breite und Gebirge halten.

Man darf übrigens durchaus nicht glauben, daß die Schneegrenze da liege, wo es anfange zu schneien oder wo die mittlere Jahreswärme gleich derjenigen des Gefrierpunkts ist; die Schneegrenze beginnt vielmehr da, wo im Winter mehr Schnee fällt als im Sommer wegschmilzt.

Nicht selten hat man auch beobachtet, daß gerade frei-

liegende Berge die Schneegrenze höher haben, als solche Kuppen, welche von anderen Gebirgen eingeschlossen sind. In letzteren hält sich nämlich die Kälte wegen der größern Schneemasse länger; dabei werden die Sonnenstrahlen verhindert, sich nach allen Richtungen zu verbreiten.

Die Grenze des ewigen Schnees liegt da, wo alle Bedingungen zum Gefrieren der atmosphärischen Feuchtigkeit gegeben sind, doch darf man die mit ewigem Schnee bedeckten Kuppen der Berge nicht mit den sogenannten Gletschern verwechseln.

Die Gletscher sind ursprünglich auch aus Schnee entstanden, aber sie bieten ganz andere Erscheinungen dar und ihr Vorkommen ist auch nur auf einzelne Localitäten beschränkt, so daß man also nicht an jedem Orte, wo ewiger Schnee sich befindet, auch Gletscher bemerkt. An steilen Abhängen bewahrt der Schnee während des ganzen Jahrs dasselbe Ansehen; wenn aber die oberen Lagen schmelzen, wenn das Wasser, ehe es abfließt, in die zurückbleibende Schneemasse eindringt und diese nun bei wieder eintretendem Frost gefrieren, so erhalten sie das Ansehen von porösem Eis, in dem man noch an Staubtheilchen rc. die einzelnen durch den Frost vereinigten Schneelagen unterscheiden kann. In allen hohen Thälern, die von jeder Seite durch hohe Gipfel beherrscht sind, finden sich Gletscher. Der Schnee, welcher auf diesen Gipfeln fällt, rollt abwärts und vereinigt sich mit dem in den Thalschluchten befindlichen; die Sonne kann auf letztere weniger einwirken, weil sie durch die Thalwände abgehalten wird, der Schnee bleibt also in ihnen liegen; in ihn sickert das auf den von der Sonne erreichbaren Höhen geschmolzene Schneewasser ein und verwandelt sich bei Eintritt von Frost in

die eigenthümliche Gletschermasse. Diese besteht aus wallnußgroßen Eisstückchen; sie ist ferner mit lauter dünnen Rissen nach allen Richtungen hin durchzogen. An dem obern Rande des Gletschers, wo dieser mit der Schneelinie in Berührung ist, besitzt die Gletschermasse eine kleinkörnigere Textur, sie besteht aus erbsengroßen Körpern, die sich nicht so wie der frischgefallene Schnee zusammenballen lassen. Eine ähnliche Textur nimmt der Winterschnee in der Ebene nach längerem Liegen an.

Die Alpen enthalten in ihren Hochthälern eine große Anzahl von Gletschern, unter denen man einige von höchst beträchtlicher Ausdehnung findet, besonders in den Ketten, welche das Rhonethal begrenzen. In der nördlichen Kette zwischen der ersten und zweiten Gipfelreihe zeigen sich die Grindelwald-Gletscher, die Furka-Gletscher, ferner die des St. Gotthard; man kann sie als große Wasserreservoirs für die Rhone und den Rhein betrachten. Auch in der südlichen Kette giebt es einige sehr bemerkenswerthe Gletscher, wie den von Chermontane, der ein Thal einnimmt, das beinahe geradezu längs dem Kettenkamm hinläuft; seine Länge beträgt sechs, seine Breite eine Meile. Andere Gletscher nehmen die Querschluchten ein, welche den Gipfel des Mont-Rosa von dem des Mont-Blanc trennen, sie sehen aus, als erhöben sie sich aus einem Meer von Eis. Der Name Meer ist hier ganz passend, denn oft gewährt die Oberfläche des Gletschers einen Anblick, als wäre er aus einem bewegten Meere entstanden, dessen Wogen plötzlich erstarrt seien. Die Dicke oder die Tiefe dieser Eismassen beträgt gewöhnlich 24 bis 100 Fuß, oft noch viel mehr. Befindet sich der Gletscher auf einem geneigten Boden, auf dem die Eismassen eine große Höhe erreicht

haben, so bilden sich alsbald tiefe Sprünge und mannigfache Figuren, wie Pyramiden, Thürme, Dome u. s. w.; scheint nun die Sonne darauf, so gewährt das Farbenspiel der zerlegten Strahlen den wundervollsten Anblick.

Die enormen Massen der Gletscher sind in fortwährender Bewegung und bei ihrem Rutschen treten die auffallendsten Umstände ein. Sie schieben sich beständig vorwärts in die Thäler, und ihr Fuß würde zuletzt die Getreidefelder und Wiesen, an die er grenzt, überdecken, wenn nicht beständig, besonders in den unteren Regionen, ein Theil der Gletschermasse durch die Wärme der Sonne sowohl, als auch der Luft, in Wasser verwandelt würde, welches häufig am Fuße des Gletschers als Bach zum Vorschein kommt. Fände aber kein Nachrücken statt, so könnte der Gletscher niemals seine ganze Länge auf die Dauer behaupten. — Als Saussure einstmals über einen sehr hohen Gletscher schritt, an dessen Fuße ein Granitblock von mehr als 40 Fuß Seitenlänge sich befand, machte ihn sein Führer darauf aufmerksam, vorsichtig zu gehen, aus Furcht, das Eis, welches sich auf den Block stützte, möchte denselben nach ihnen hinschleudern. Einen Augenblick später setzte sich der Fels in Bewegung, rutschte, überschlug sich und zerschmetterte, indem er aufschlug, ein Wäldchen, das sich unter ihm befand. — Wenn der Boden wenig geneigt ist, so sind die Gletscher von den Reisenden zu Fuß und selbst zu Pferde zu passiren, weil ihre Oberfläche rauh und körnig ist; überhaupt besitzt das Gletschereis weniger Consistenz als gewöhnliches Eis.

An dem untern Ende der Gletscher befinden sich meist sehr beträchtliche Anhäufungen von Sand, Kies und Fel-

senträmmern, die man Muren oder Moränen nennt. Sie finden sich in einzelnen Absätzen und sind ein ziemlich unveränderliches Merkmal für die Punkte, welche der Gletscher bei seinem Vorrücken erreicht hat. Besson bemerkte bei dem Rhonegletscher vier solcher Anhäufungen von Gesteinsbrocken; die eine war 24 Toisen, die andere 34 Toisen, die dritte 120 Toisen von der damaligen Grenze des Gletschers entfernt.

Ueber die Ursachen, welche das Vorrücken der Gletscher bewirken, hat man sehr verschiedene Ansichten aufgestellt, und die Frage ist, kann man sagen, immer noch nicht vollständig erledigt. Folgende Umstände mögen indessen bei dem genannten Vorrücken besonders thätig sein:

1) Die Veränderung in der Dauer und Intensität der Sommerwärme und die Quantität des während der rauhen Jahreszeit gefallenen Schnees.

2) Die innere Wärme der Erde, welche selbst während des stärksten Frostes auf der Basis des Gletschers nicht unbeträchtliche Bäche unterhält.

3) Die Schwere, welche bei allen Körpern, die auf einer geneigten Ebene sich befinden, ein Abrutschen bewirkt.

Auch selbst im Winter hat man das Vorrücken der Gletscher beobachtet, obwohl es zu dieser Jahreszeit nicht so beträchtlich, wie im Sommer und besonders wie im Frühjahr ist, wenn der Schnee auf den Bergen zu schmelzen beginnt und das Wasser unter den Gletschern hindurchrieselt. Die Größe des Vorrückens ist durchaus nicht unbedeutend, sie beträgt bei einigen Gletschern an 300 Fuß. Oftmals wird Agriculturgelände dadurch verschüttet.

Die Gletscher sind es, sowie die Schneemassen und die Abgründe, welche die Reisen in den Alpen so gefährlich machen. Um eine Idee von den Schwierigkeiten zu geben, welche sich den Männern entgegenstellten, durch die wir zuerst Nachricht von den höchsten Gebirgen Europa's und der ganzen Erde erhalten haben, wollen wir eine Beschreibung von Saussure über seine Wanderungen in den Alpen hier einflechten. »Nichts,« sagt er, »ist in den Alpen mit dem zu vergleichen, was uns auf unseren gewöhnlichen Reisen begegnet; man muß sich seinen Weg durch die unbekanntesten Orte bahnen, wo Felsen und Schneemassen unaufhörlich die Gegenstände, nach welchen man sich orientiren könnte, aus den Augen des Reisenden bringen, wo man sich gleichsam in einem Meer befindet, ohne sich nach dem Compaß richten zu können. Man irrt in der Mitte der Felsen und ihrer Trümmer umher, von der Sorge erfüllt, seinen Weg verlieren zu können, man ist fortwährend dem Stoß der Felsenstücke ausgesetzt, die einstürzen und fortrollen, oder den Schneebächen, welche die Luft bei ihrem Fall und Aufprallen ertosen machen. Man steigt auf und ab über jähe Abgründe, die mit Schnee oder Eis bekleidet oder mit einem eben so schlüpfrigen Rasen bedeckt sind. Oftmals muß man sich Treppen auf den Seiten der Felsen machen, deren Gipfel man erreichen will; oft ist man genöthigt, über eine ganz dünne Lage von erhärtetem Schnee, wie über eine Brücke zu passiren, an Abgründen hin, deren Tiefe das Auge kaum zu ermessen vermag. Unter Umständen kann ein einziges Wort die Ursache eines gewissen Todes sein, indem nämlich durch die Erschütterung der Luft die Lawinen sich ablösen. Wie soll man ihrer Gewalt entgehen in ganz engen Passagen, an

Abhängen, die fast senkrecht hinabschießen; sie stürzen dahin mit dem Geräusche des Donners und nehmen die Felsen mit sich, die sich ihnen auf ihrem Laufe in den Weg stellen. Der Mensch, welcher an diesen Orten reis't, ist gegen alle diese Gefahren mit nichts versehen, als mit eisernen Klammern an seinen Schuhen und mit einem Knotenstocke in der Hand. Das geht Alles noch gut, wenn die Luft ruhig und der Himmel heiter ist; was aber soll er machen, wenn die entfesselten Winde und Stürme, die viel wüthender wehen, als in der Ebene, ihn überraschen? Der Schnee schlägt dem Wanderer mit Gewalt in die Augen, er verschließt ihm den Weg, er vervielfältigt das Mißgeschick der Reise; Ruhe brächte hier den unvermeidlichen Tod und jeder Schritt kann zum Untergang führen.« Man darf nicht glauben, daß diese Beschreibung bloß auf einige außergewöhnliche Fälle sich stütze; Saussure war nicht einmal auf längere Zeit in den Alpen, ohne daß ihm oder seinen Führern derartige Umstände zugestoßen wären; er war mehrmals nahe daran, in den Schneespalten zu versinken, einmal erhielt er sich nur mit Hülfe seines Stocks, den er quer über eine Schneespalte legte. Oft stürzte sein Führer vor ihm nieder. Die Gemsenjäger finden gewöhnlich ihr Grab auf dem Schauplatz ihres Vergnügens.

Zum Schlusse fügen wir noch eine Uebersicht der Schneegrenzen nach einer Aufstellung von Humboldt an.

Gebirge.	Breite.	Schneegrenze in Toisen.	Temperatur *).	
			Jahr.	Sommer.
Norwegen, Insel Mageroe	71° ¼	370	+ 0°,2	+ 6°,4
Norwegen, Inneres	70°—70° ¼	550	— 3 ,0	+11°,2
Norwegen, Inneres	67°—67° ¼	650		
Island, Osterjöekull	65°	480	+ 4°,5	+12°,0
Norwegen, Inneres	60°—62°	800	+ 4°,2	+16°,3
Sibirien, Kette des Aldan	60°55′	700		
Nördlicher Ural	59°40′	750	+ 3°,5	+15°,7
Kamtschatka	56°40′	820	+ 2°,0	+12°,6
Unalachka	53°41′	550	+ 4°,1	+10°,5
Altai	49° ¼—51°	1100	+ 7°,3	+16°,8
Alpen	45° ¾—46°	1390	+11°,2	+18°,4
Caucasus, Elbruz	43°21′	1770	+13°,8	+21°,6
Caucasus, Kasbek	42°42′	1660		
Pyrenäen	42° ½—43°	1400	15°,7	14°,0
Ararat	39°42′	2216?	17°,4	25°,6
Argäus (Kleinasien)	38°33′	1674		

*) Wir müssen hier bemerken, daß die Temperatur auf das Niveau des Meers reducirt ist. Worauf das Verfahren, welches man hier einschlägt, beruhe, und wie es vorgenommen wird, werden wir später, wenn von der Temperatur die Rede sein wird, zeigen.

Gebirge.	Breite.	Schneegrenze in Toisen.	Temperatur.	
			Jahr.	Sommer.
Bolor (Asien)	37° ½	2660		
Aetna	37° ½	1490	18°,8	25°,4
Sierra-Nevada (Spanien)	37°10′	1750?		
Hindu-Kho (Asien)	34° ½	2030		
Himalaya,				
nördlicher Abhang	30° ¾—31°	2600		
südlicher Abhang		2030	20°,2	25°,7
Mexico	19°—19° ¼	2310	25°,0	27°,8
Abyssinien	13°10′	2200		
Nordamerika,				
Sierra Nevada			27°,2	28°,3
von Merida	8°5′	2335		
Südamerika,				
Vulkan Tolima	4°46′	2397		
Südamerika,				
Vulkan Purace	2°18′	2405		
Quito	0°0′	2475	27°,7	28°,6
Anden von Quito	0°—1° ½ S.	2470		
Chili	14° ½18°			
Oestl. Cordilleren		2490		
Westl. Cordilleren		2897		
Chili, Portillo	33°	230		
Chili, Küstenanden	41°—44°	940		
Maghellaensstraße	53°—54°	580	5°,4	10°,0

Von den Grotten und Höhlen.

Die Grotten und Höhlen sind sehr bemerkenswerthe Vorkommenheiten in der Structur der Gebirge. In diesen begegnet man oft großen Aushöhlungen, die offenbar ein Werk der Natur und in Folge dessen auch sehr verschieden von den gegrabenen Gewölben der Menschen sind. Es giebt fast keine Gebirgskette, in welcher nicht dergleichen Höhlen aufzufinden wären; oft treten sie in einfachen Hügeln auf. Wir sind nicht im Stande, alle die auffallenden Formen zu beschreiben, welche diese Höhlen darbieten. Einige haben einen weiten Eingang und versenken sich dann mehr oder weniger in die Masse des Gebirgs, sie haben oft einen wenig geneigten Boden; in andere kann man nur mit Mühe kriechend eindringen; dann erweitern sich aber die Spalten und Gänge zu saalähnlichen Räumen, die durch enge und weite Gänge mit einander in Verbindung stehen und oft in mehrere Stockwerke unterschieden sind.

Am häufigsten finden sich diese Höhlen im Kalkstein, besonders reich daran ist der sogenannte Uebergangs-Kalk und der Jura-Kalk; aber auch im Lehm (vorzüglich dem sogenannten Löß) und in Sandsteinen kommen sie vor. Sie sind in den meisten Fällen durch Auswaschungen entstanden;

mit Kohlensäure imprägnirtes Wasser sickerte in die Spalten des Gebirges ein und löste den Kalk auf, der zum Theil fortgeführt wurde, theils aber auch auf den Wänden der Höhlen in eigenthümlichen Figuren — den Tropfsteinen oder Stalaktiten — sich niederschlug. Die Höhlen im Sandstein dagegen mögen ihren Ursprung vorzüglich den mechanischen Wirkungen des Wassers verdanken; das lose, unverbundene Material wurde weggespült, es blieben nur die festen Partien des Felsens zurück, welche jetzt die Wände der Höhlen bilden.

Die Stalaktiten finden sich vorzüglich in den Kalkhöhlen. Man ist überrascht, wenn man mit Hülfe einer Lampe in eine solche Höhle eindringt. Die Krystallisationen, welche sich an der Decke und den Wänden der Höhle befinden, werfen die Strahlen der Lampe nach allen Richtungen hin zurück und gewähren dadurch den blendendsten Anblick. In einigen Höhlen bestehen diese Krystalle aus Eis, wie in der Höhle von Baume, einer Stadt, die im Bassin des Doubs gelegen ist.

Eine der größten Höhlen, welche man kennt, ist die von Antiparos (einer Insel im Archipel). Von vorn herein sieht man nur eine kunstlose Aushöhlung von etwa 30 Schritten Breite, die durch etwelche natürliche Pfeiler getrennt ist. Zwischen den beiden Pfeilern rechts ist der Eingang in die Höhle; er ist ganz dunkel und enge; man muß hineinkriechen und eine Lampe mit sich führen; zuerst steigt man über einen schauderhaften Abgrund; man befestigt ein Seil vorn am Eingang, mit dem man sich hinabläßt; dann gelangt man an einen zweiten noch schrecklichern Abgrund, dessen Ränder sehr schlüpfrig sind. Hier bringt man am Rande des Abgrunds eine Leiter an, auf welcher

man hinabsteigt. Nach fortwährend mühesamem Wandern kommt man endlich in die eigentliche Grotte. Sie befindet sich ungefähr 250 Toisen unter der Erde, sie scheint 200 Fuß hoch und über 250 Fuß breit zu sein; in ihr trifft man große und schöne Stalaktiten von den verschiedenartigsten Gestalten.

Tournefort hat das berühmte Labyrinth auf der Insel Candia besucht; er ist der Ansicht, es sei ursprünglich auch nur ein Werk der Natur gewesen, welches durch die Hand geschickter Leute in seinen jetzigen kunstvollen Zustand gebracht wurde.

Auch im Gebirge von Gibraltar finden sich viele Höhlen. Einige Höhlen enthalten in ihrem Innern Bäche und Seen, man muß sich dann eines Nachens bedienen, um sie zu besuchen.

Eine der interessantesten Höhlen ist die Fingalsgrotte auf der Insel Staffa, einer der Hebriden; sie ist gebildet aus prismatischen Basaltsäulen, die ihr ein wundervolles Ansehen geben. Das Meer, mit dem die Fingalsgrotte in Berührung ist, hat diese Säulen theilweise umgestürzt. Die Höhe des Eingangs zu dieser Grotte beträgt 56 Fuß, ihre Breite 35, die Dicke der Wölbung 140 Fuß. Das Geräusch der anprallenden Meereswogen macht in dieser Höhle einen eigenthümlichen Eindruck.

Im Harz giebt es zwei sehr bemerkenswerthe, mit Tropfsteinen reichlich ausgekleidete, Höhlen bei Rübeland; es sind dies die Baumanns- und Bielshöhle. Sie befinden sich im Gebiet des sogenannten Uebergangs-Kalksteines. Ihr Eingang ist eng und unscheinbar; im Innern enthalten sie aber große, weite Räume. Diese beiden Höhlen ziehen sich stundenweit unter der Erde fort; sie

sind aber noch nicht in ihrer vollen Ausdehnung untersucht worden.

Auch den Kuhstall im Quadersandsteingebirge der Sächsischen Schweiz kann man zu den Höhlen rechnen Er besteht aus einem von zwei Seiten offenen Gewölbe. Im dreißigjährigen Kriege flüchteten die Hirten ihre Heerden an diesen Ort; von daher führt die Höhle ihren Namen.

Nicht selten sind die Höhlen, wie z. B. die von Gailenreuth, mit Knochen vorweltlicher Thiere, die in ihnen gehaust haben, angefüllt.

Die Vulkane.

Die Vulkane gehören zu den großartigsten und häufig auch zu den schrecklichsten Erscheinungen der Natur. Man nennt sie auch feuerspeiende Berge, weil sie inflammable Materien manchmal mit großer Gewalt ausstoßen und zwar aus Oeffnungen, welche sich auf ihrem Gipfel oder an den Bergabhängen befinden. Diese Oeffnungen heißt man Krater. Die größere Zahl der Vulkane ist nicht immer in Thätigkeit; ihren Ausbrüchen geht aber gewöhnlich ein unterirdisches Gedröhne vorher, das sich auf große Ausdehnung hin erstreckt und ein Rollen, wie das des Donners verursacht. Wiederholte Stöße machen die Erde erzittern, selbst in weiter Ferne von den Vulkanen. Die Materien, welche den Auswurf bilden, kommen entweder aus einem schon vorhandenen Krater oder aus neuen Oeffnungen, die sich auf den Seiten des Berges erzeugen. Die Auswürflinge sind verschiedener Natur; abgesehen von den Flammen und dem Rauch, die sich oft weit über den Mund des Kraters erheben, bestehen sie aus mineralischer Asche und pulverförmigen Substanzen, Steinen, glühender Schlacke und Strömen einer feuerflüssigen Masse, der Lava, die sich wie glühendes, geschmolzenes Metall über die Abhänge

des Gebirgs ergießt, alle Hindernisse hinwegräumt, die ihr in den Weg treten, und nicht eher Stillstand macht, als bis sie soweit erkaltet ist, daß die Beweglichkeit ihrer Theile aufhört und sie erstarrt, wie geschmolzenes Eisen, welches man aus dem Heerd eines Hochofens genommen hat.

Die Stärke und Dauer des Ausbruchs schwankt nicht allein von einem Vulkan zum andern, sondern auch bei einem und demselben Vulkan je nach der Zeit, in welcher der Ausbruch erfolgt. Nach Humboldt erhob sich der Rauch des Cotopaxi, eines Vulkans in den Cordilleren von Amerika, bis zu einer Höhe von 461 Toisen über dessen Gipfel; das dabei stattfindende Getöse vernahm man in einer Entfernung von zweiundvierzig Seemeilen; im Jahr 1744 soll es sogar bis auf mehr als 200 Seemeilen hörbar gewesen sein. Die Asche kommt dabei manchmal in so ungeheurer Masse zum Vorschein, daß sie eine beträchtliche Strecke Landes überdeckt, selbst Städte wurden von ihr überschüttet; auf die nämliche Weise wurden, hundert Jahre vor Christi Geburt, die blühenden Städte Herculanum und Pompeji durch einen Ausbruch des Vesuv, eines Vulkans in der Nähe von Neapel, in Asche begraben. Die pulverartige Asche wird oft auf weite Entfernungen, selbst bis auf vierzig Meilen hin entführt. Die Verwüstungen, welche die Lavaströme anrichten, sind noch viel ärger, sie entzünden und stürzen die Wohnungen um, welche ihnen im Wege stehen; einer dieser Ströme, vom Vesuv ausgehend, zerstörte die Stadt Della-Torre im Jahr 1794; ein anderer Strom aus dem Aetna, einem Vulkan auf der Insel Sicilien, verheerte die Stadt Catania und ergoß sich dann in das Meer. Die Steine, welche aus den Kratern auffliegen, sind gleichfalls schon oft bis zu

bedeutenden Entfernungen hin geschleudert worden, woraus die Intensität des Ausbruchs hervorgeht. Condamine sah in einer Entfernung von drei Meilen von dem Vulkan Cotopaxi große Stücke von Steinen, die bis dahin geschleudert worden waren; der Inhalt eines derselben betrug an zwölf bis funfzehn Cubiktoisen. Die Asche flog bis an das Meer, weiter als vierundzwanzig Meilen von dem Krater.

Die Ursachen der vulkanischen Ausbrüche sind sehr verschiedenartige, die Furcht und die Neigung zum Wunderbaren ist auf sonderbare Ideen darüber gekommen. Soviel ist gewiß, daß im Innern der Vulkane eine sehr starke Hitze herrschen muß; dies deutet uns schon die Gluth der Lavaströme an. Spallanzani erzählt uns, daß ein Lavastrom vom Aetna, der im Monat October zum Ausbruch kam, nach elf Monaten noch nicht vollständig erkaltet und sogar noch in seinem Innern feuerroth gewesen sei, wie Spalten in seiner Oberfläche zeigten.

Unter den vulkanischen Auswürflingen ist Schlamm gar keine seltene Erscheinung; man hat sie bei einem Ausbruche der Vulkane in den Anden im Jahr 1797 beobachtet; durch den Schlamm wurden einige Bäche während fast drei Monaten verstopft. Wenn die Lavaströme auf den Schnee stoßen, mit welchem die Gipfel der Anden bedeckt sind, so folgen ihnen große Wasserströme nach, die oft die schrecklichsten Verheerungen anrichten. Im Jahr 1742 soll das Wasser daselbst bis zu einer Höhe von 20 Fuß gestiegen sein, was freilich nur in Thalkesseln der Fall sein konnte, die demselben keinen Abfluß gestatteten.

Die Schlammvulkane nennt man auch Salsen; die Erscheinungen, welche bei den Eruptionen dieser auftreten,

sind nicht von den Zufällen unterschieden, welche die Thätigkeit der gewöhnlichen Vulkane begleiten.

Nichts ändert sich leichter, als die Oberfläche eines vulkanischen Gebirges. Ein neuer Ausbruch läßt große Strecken Landes einstürzen; so hat der Vulkan Carguirazo in den Anden im Jahr 1798 einen großen Theil der Höhe seines Gipfels durch einen solchen Einsturz eingebüßt. Dann aber werden die vulkanischen Gebirge auch wieder durch die Asche, Lava, Steine u. s. w., die sich auf ihnen ablagern, erhöht. So bildete sich im Jahr 1669 am Fuße des Aetna der Berg Monte-Rosso. An manchen Orten sind auf diese Weise Hügel und Berge entstanden, die früher ganz eben waren. Im Jahr 1538 erhob sich aus dem Lucriner See, drei Meilen westlich von Neapel, der Monte-Nuovo; seine Grundfläche hatte beinahe tausend Toisen Umfang, seine Höhe zweihundert Fuß; das Alles geschah durch fortwährende Eruptionen in Zeit von achtundvierzig Stunden. Nach den heftigen Erderschütterungen, welche den vulkanischen Ausbrüchen vorhergehen, entsteht gewöhnlich ein Geruch nach Schwefel; befindet sich der Vulkan in der Nähe des Meers, so schäumen die Wellen auf, Schiffe sind in Gefahr, von den Wogen verschlungen zu werden; oft entstehen auch neue Inseln. So erhob sich im Jahr 1707 nahe bei der Insel Santorin im Archipel eine andere; im Jahr 1720 entstand eine solche nahe bei St. Michael, einer der Azoren. Die Höhe der erstern über dem Meer betrug fünfundzwanzig Fuß, der Umfang fünfhundert Toisen.

Wir stehen hier davon ab, die Erscheinungen zu erklären, welche die Vulkane begleiten. Die chemischen Versuche, welche man in den Laboratorien angestellt hat, um

die Vulkane nachzuahmen, geben zwar im Kleinen ähnliche Resultate, allein sie sind weit entfernt, von allen den Umständen Aufschluß zu ertheilen, welche sich bei den Vulkanen zutragen So viel scheint indessen gewiß zu sein, daß die vulkanische Thätigkeit in Zusammenhang steht mit dem heißflüssigen Erdkern, auf den man schon in einer Tiefe von mehreren Meilen stößt, und mit dem Meere. Denn die meisten Vulkane sind nicht weit vom Meere entfernt; in den Anden, die noch am meisten im Innern des Festlandes liegen, beträgt diese Entfernung nicht mehr als 60 (franz.) Meilen. Denkt man sich nun, daß Wasser durch Spalten zu dem heißen Erdkern gelangt und dort in Dampf plötzlich verwandelt wird, so finden wir in der Expansion desselben eine Kraft, die groß genug ist, um alle die Wirkungen hervorzubringen, welche wir bei den Vulkanen zu bewundern haben.

Um nun wieder auf unsern Gegenstand zurückzukommen und die Erscheinungen der Vulkane im Einzelnen kennen zu lernen, wollen wir den Vesuv und Aetna etwas näher betrachten. Diese beiden Vulkane sind von Alters her bekannt, man besitzt über sie die genauesten Nachrichten.

Der Vesuv liegt am Meerbusen von Neapel, drei Meilen von dieser Stadt; er besteht zuerst aus der Somma, das ist ein ringförmiger Wall, der den Vesuv nur von einer Seite (nach dem Meere hin) offen läßt, und dem Kegel des eigentlichen Vesuv. Zwischen beiden befindet sich ein halbkreisförmiges Thal, Atrio del Cavallo genannt; es ist mit Laven verschüttet. Nach dem Mineralogen Breislack ist die Somma nichts Anderes, als der alte Vulkan, von dem ein Theil des Kraters in das Thal gestürzt ist.

Der Kegel des Vesuv befindet sich südwestlich von der Somma, seine Höhe wechselte sehr in Folge der Ausbrüche. Im Jahr 1805 fand sie Humboldt gleich 584 Toisen über dem Meeresspiegel. Nach Spallanzani hat der Krater kaum 400 Toisen im Umfang; derjenige der Berggrundfläche beträgt ungefähr drei Meilen. Im Jahr 1755 war der Grund des Kraters eben; in seiner Mitte erhob sich ein Hügel von ungefähr vierundzwanzig Fuß Höhe. Er hatte selbst einen kleinen Krater und bildete, so zu sagen, den Kamin des eigentlichen Vulkans. Der jetzige Kegel des Vesuv, so wie wir ihn gegenwärtig erblicken, ist jedenfalls in geschichtlicher Zeit gebildet worden, wenigstens erwähnt der Geograph Strabo noch nichts davon. Es soll vielmehr die Ebene auf der Spitze des Berges eine sehr bedeutende Ausdehnung gehabt haben, so daß daselbst Heerden weideten und ein Heer einige Zeitlang sich dort aufhalten konnte. Indessen ist es wahrscheinlich, daß schon im Jahr 79 nach Christi Geburt der jetzige Kegel seinen Ursprung nahm; dies ist die Zeit, in welche die Verschüttung von Herculanum und Pompeji durch die Ausbrüche des Vesuv fällt.

Della Torre hat versucht, die Tiefe des Kraters zu messen. Er ließ einige hinlänglich schwere Steine hineinfallen, die ungefähr zwölf Secunden brauchten, um den Grund zu erreichen; indessen läßt sich aus dieser Zeit die Tiefe des Kraters nicht mit Sicherheit berechnen, weil es möglich war, daß der Stein im Fallen auf Hindernisse gerieth, die ihn aufhielten. Er nahm indessen auch keine Rücksicht auf den Widerstand der Luft. Setzt man mit Rücksicht auf diese die Fallzeit gleich acht Secunden, so ergiebt sich dafür die Tiefe des Kraters zu 967 Fuß. Vier

Monate später kehrte Della Torre zum Vesuv zurück, er konnte sich nun ganz bequem dem Abgrund nähern, der die Gestalt eines Trichters angenommen hatte; er stieg auf einen Felsen, der über den Schlund hinausragte, der Grund des Trichters schien ihm von einer brennenden Materie, ähnlich geschmolzenem Glas, erfüllt zu sein. Der Rauch wurde anfangs vom Wind auf die entgegengesetzte Seite geblasen, auf der er sich befand; plötzlich drehte sich aber der Wind und trieb ihm den Rauch in's Gesicht, so daß ihm beinahe der Athem ausging. Er hatte kaum Zeit, sich von dem Felsen hinweg zu begeben. Diesmal bestimmte er die Tiefe des Kraters zu 543 Fuß.

Der Aetna ist viel beträchtlicher, als der Vesuv, sein Gipfel befindet sich mehr als 10 Meilen vom Ufer des Meers Sein Umfang beträgt etwa 25 Meilen, seine Höhe über dem Meer 1713 Toisen. Bis zu dem Fuß des Kegels, der den Krater einschließt, steigt er in sanfter Neigung an. Die Oberfläche des Aetna theilt man in drei Regionen; die bebaute Region geht vom Ufer des Meers aus, dann kommt die Region der Wälder, hierauf die Region des sterilen Landes, die mit Lava, vulkanischer Asche, Schnee und Eis bedeckt ist. Den obern Theil des Aetna bildet eine Ebene, in deren Mitte der Kegel des Vulkans sich erhebt. Spallanzani giebt ihren Umfang auf 1300 Toisen an; sie hat eine ovale Form, deren größter Durchmesser in der Richtung von West nach Ost liegt. Die Ränder des Kraters sind geborsten und ausgezackt; in der Mitte befindet sich außerdem ein großer Trichter, weit an seiner Oeffnung und eng am Grunde; er hat einen Umfang von 600 Toisen. Seine Tiefe mag 150 Toisen betragen. Auf den Seiten des Aetna befindet sich noch eine große Zahl von kegelförmigen

Bergen, die in früherer Zeit gleichfalls Vulkane gewesen sein mögen.

Der Ausbruch von 1787 wurde von Gioenni beobachtet. Er bewohnte ein Landhaus in der mittleren Region des Aetna. Die Lava bildete damals, als sie über die Ränder des Kraters floß, förmlich einen Cataract von Feuer von mehr als 400 Toisen Breite, sie kam beinahe bis Bronte, das sind mehr als drei Meilen vom Krater. Die Masse der Lava überstieg nach Gioenni sechs Millionen Cubikfuß. Die Geschichte erzählt uns von noch einer großen Zahl von Ausbrüchen sowohl des Vesuv als des Aetna. Wenn sie uns auch verschwiegen worden wären, wir würden sie doch an den verschiedenen Lavalagen wiedererkennen. Uebrigens verwittert die Lava, im Verhältniß zu anderen Gesteinen, sehr schnell und liefert dann einen überaus fruchtbaren Boden, auf dem Wein, Obst, Ulmen u. s. w. sehr fröhlich gedeihen Der Raum, welcher von den Auswürflingen des Aetna, die Lava mit eingerechnet, überschüttet worden ist, soll den dreiunddreißigsten Theil von der Oberfläche Siciliens ausmachen.

Diese Insel enthält an ihrer südlichen Küste noch einen der merkwürdigsten Schlammvulkane zu Macaluba, zwischen Arragona und Girgenti. Die Ströme von Schlamm, welche aus dem Krater dieses Vulkans ausgespieen werden, steigen manchmal wie ein Springbrunnen bis zu 200 Fuß Höhe empor, und dann wiederholen sich die Ausbrüche drei- oder viermal in Zeit von vierundzwanzig Stunden. Der Berg oder vielmehr der Hügel, wo dies stattfindet, hat eine Höhe von 150 Fuß Auf seinem fast ebenen Gipfel ragen viele kleine Kegel hervor, von denen jeder wieder ein Schlammvulkan ist.

An einigen Orten der Erde kommen aus Spalten Ströme von Feuer oder Flammen hervor. In Italien giebt es mehrere dergleichen Localitäten, z. B. bei Pietramala im höchsten Theil der Apenninen zwischen Florenz und Bologna Das Terrain, aus dem diese Flammen hervorbrechen, hat einen Umfang von dreißig bis vierzig Fuß, es liegt an einem Bergabhang und ist mit Kieselsteinen überdeckt, ohne daß irgend eine Spalte oder ein Riß sichtbar wäre. Lalande beobachtete in einer kaltfeuchten Nacht, wie an zwei Stellen lebhafte Flammenwirbel hervorbrachen, ungefähr einen Fuß breit und ebenso hoch. Auf dem übrigen Theil dieses Ortes sah man eine leichte blaue Flamme, ähnlich der von angezündetem Weingeist. Sie kam zwischen den Kieseln heraus. Auch bei Modena in der Gegend von Barigazzo hat man dergleichen Flammen, die man dort ewige Feuer nennt, aufgefunden. Sie kommen daselbst aus zerbröckeltem Sandstein hervor. Die Flammen, von zwei Fuß Umfang, erreichen die Höhe von einem bis anderthalb Fuß. Auch bei Raina in den Apenninen finden sich drei ewige Feuer. Man hat solche weiter noch bemerkt bei Grenoble, bei Bedlay in der Nähe von Glasgow, in Siebenbürgen, in Kleinasien auf dem Berg Chimariotis, bei Astrachan, bei Baku in der Tatarei, in China u. s. w.

Wir müssen hier noch der Solfataren erwähnen, das sind ausgebrannte und erloschene Vulkane, aus denen nur noch Schwefeldämpfe aufsteigen, die einen Absatz von Schwefel verursachen. Berühmt ist die Solfatare in der Nähe von Neapel. Aus ihr entwickelt sich ein durchdringender Geruch nach faulen Eiern; er rührt von Schwefelwasserstoffgas her, welches zugleich mit Wasserdämpfen entweicht.

Von großer Merkwürdigkeit sind auch die Ausströmungen von Kohlensäure, dem bekannten Gas, welchem das Selterser und Fachinger Wasser seinen angenehmen Geschmack verdankt. Kohlensäure-Exhalationen finden sich in fast allen Theilen der Welt, ganz besonders häufig sind sie in der Eifel; dieses Gebirge ist weiter nichts, als erloschenes vulkanisches Gebiet. Die Kohlensäure kommt dort aus Erdspalten, mitunter mit heftigem Getöse, hervor. Auch in der Wetterau kennt man solche Gasausströmungen. Ueberall da, wo die Kohlensäure mit Wasser in Berührung kommt, entstehen die sogenannten Säuerlinge. Die Kohlensäure ist nicht vermögend, das Athmen der Menschen und Thiere zu unterhalten; davon liefert die sogenannte Hundsgrotte bei Neapel den Beweis. Der Boden dieser Höhle ist mit Kohlensäure überlagert; Thiere, welche man hineinwirft, sterben in kurzer Zeit. Am Laacher See, in der Eifel, hat man gleichfalls diese Beobachtungen in Erdvertiefungen gemacht. Die Kohlensäure erstreckt sich aber nur bis zu einer Höhe von 3 — 4 Fuß, deswegen nehmen Menschen, wenn sie sich nicht bücken, in der Hundsgrotte keinen Schaden.

Wir verzichten darauf, alle die Orte zu nennen, an welchen sich Erscheinungen, ähnlich den eben erwähnten, zeigen; die Zahl der vulkanischen Berge auf der Erdoberfläche ist überaus groß. Viele Gegenden, viele Gebirgsformationen sind unzweifelhaft vulkanischen Ursprungs, wenn sie auch keinen jetzt noch thätigen feuerspeienden Berg enthalten. Zu diesen ausgebrannten Vulkanen gehört, wie wir schon bemerkten, die Eifel und ein Theil der Auvergne. Sie sind mit lavaähnlichen Gesteinen, mit Bimsstein, vulkanischer Asche und dergleichen Producten, wie

man sie auf den noch jetzt thätigen Vulkanen findet, überdeckt.

Italien und die anliegenden Inseln bilden ein Gebiet, dessen größerer Theil vulkanischen Ursprungs ist; die beiden Hauptheerde finden sich im Vesuv und Aetna. Nördlich von Sicilien liegen die Liparischen Inseln, welche drei schon im Alterthum bekannte Vulkane enthalten, nämlich Vulkano, Vulkanello und Stromboli; der letztgenannte stößt in Zwischenräumen von einer viertel bis zu einer halben Stunde Lava aus. Auch auf mehreren Inseln des Archipels giebt es Vulkane, z. B. auf Milo, Santorin u. a. Die Halbinsel Kamtschatka hat auch einige bemerkenswerthe Vulkane; ebenso kommen solche auf den im Großen Ocean zerstreuten Inseln vor.

Auf den Kurilen, auf Japan, den Marianen, den Philippinen, auf der Insel Sumatra giebt es bedeutende Vulkane; auf der letztern zählt man vier erster Größe, von denen einer, Ophir genannt, 2027 Toisen Höhe hat. Ebenso giebt es Vulkane auf Java, Celebes, Floris und vielen anderen Inseln, die in diesen Archipelen begriffen sind; die zwei bekanntesten sind die von Banda und Ternate. Auch auf den Freundschaftsinseln sind Vulkane bemerkt worden und ebenso auf den Neuen Hebriden. Der Gipfel der Insel Bourbon ist ein Vulkan; auf den Inseln des Grünen Vorgebirges und auf den Canarischen Inseln giebt es gleichfalls einige, wie z. B. den Pik von Teyde; auf der Insel Fuego unter den Azoren befindet sich ein bedeutender Vulkan.

Amerika enthält längs seiner Westküste eine große Zahl von feuerspeienden Bergen; sie reichen bis zum Feuer-

land hin. Humboldt hat in der langen Kette der Anden deren fünfzig gezählt. Der größere Theil der Gipfel, welche das Thal von Quito umgeben, ist feuerspeiend, der Antisana, Cotopaxi, Tungaragua, Sangay, Pitchincha, Carguirazo gehören zu diesen; auch der Chimborazo soll früher thätig gewesen sein. In Nordamerika giebt es weniger Vulkane, als in Südamerika; indessen finden sich doch in Mexico einige sehr bedeutende, wie der Popocatepetl, Jorullo, Orizaba u. s. w.

Guadeloupe, eine der Antillen, enthält einen Vulkan, Soufriere genannt; aber von allen an Amerika liegenden Inseln ist Island am meisten mit Vulkanen versehen. Unter diesen heben wir den Hekla und den Catlegia hervor, sie sind die bedeutendsten. Auch eine große Anzahl von warmen Quellen giebt es in Island, die mit den Vulkanen in Zusammenhang zu stehen scheinen. Die berühmteste von diesen ist der große Geyser. Die Eigenthümlichkeit dieses Sprudels besteht darin, daß er nicht zu jeder Zeit Wasser ausströmt. Diese Erscheinung beruht, nach Bunsen, darauf, daß der an die Luft getretene Wasserstrahl sich abkühlt und dadurch die Dämpfe, welche die Hebung der Wassersäule veranlaßt hatten, sich verdichten. Es bedarf nun einiger Zeit, um die in dem Becken befindliche Wassermasse bis auf den Siedpunkt zu bringen. Ist dies geschehen, so entwickeln sich nach und nach reichliche Dämpfe, die endlich den Druck der über ihnen lastenden Wassersäule überwinden, sie emporschleudern und dann wieder verdichtet werden, worauf sich nur ein einfaches Aufwallen des Sprudels bemerkbar macht.

Die Quelle bei Nauheim in der Wetterau

zeigt ein ähnliches Verhalten, wie der Geyser. Auch ihre Aufwallungen wiederholen sich in bestimmten Zeiträumen. Kohlensaures Gas, welches diese Quelle in reichlichem Maße enthält, ist hier die Ursache des intermittirenden Sprudels.

Die Steppen und Wüsten.

Der allgemeine Charakter der Steppen, wie wir ihn bereits früher angedeutet haben, unterliegt vielfachen Modificationen nach dem Klima der Gegend, in welcher die Steppen gelegen sind. Der constanteste Zug in der äußern Erscheinung der Steppen ist der Mangel an größeren Gewässern; man kann sie darin vergleichen mit den Haiden im Innern von Spanien und denen zwischen dem Rhein und der Weser, obgleich diese Steppen von sehr geringer Ausdehnung sind. Die eigentlichen großen Steppen von Europa beginnen zwischen den Mündungen der Donau und des Don und ziehen sich zwischen dem Schwarzen und Caspischen Meer, nördlich vom Caucasus, fort. Sie nehmen einen großen Theil von Asien ein. Steppen von hundert, zweihundert Meilen Länge entbehren dort der fließenden Wasser, während der trockenen Jahreszeit scheint Alles wie ausgedorrt, die Regen allein stellen das Grün wieder her.

Die südliche Spitze von Afrika enthält auch Strecken Landes von steppenartiger Beschaffenheit, die sogenannten Karrows; man findet in ihnen zwar fließende Wasser, allein sie zeigen sich nur in der Regenzeit.

Im südlichen Amerika dehnen sich die Llanos des

Orinoco von den Gebirgen, welche die Ufer des Caraibischen Meers begrenzen, bis zu der östlichen Mündung dieses Flusses und westlich bis zu den Quellen des Guaviar, eines Nebenflusses des Orinoco, aus; sie nehmen einen Flächenraum von mehr als zwanzigtausend Quadratmeilen ein. An diese Llanos schließen sich bewaldete Thäler; allein ihre Ausdehnung ist im Ganzen unbedeutend. Der Boden der Llanos ist außerordentlich eben; auf Strecken von achthundert Quadrattoisen Flächeninhalt findet man oft nicht eine einzige Erhöhung, die nur den Namen eines Hügels verdiente. In den Steppen zwischen dem Rio-Negro und dem Amazonenfluß kommt dagegen der nackte Felsen auf einem Raum von mehr als vierzigtausend Quadrattoisen zu Tage. Allein auch hier hat der Boden nur unbedeutende Unebenheiten.

Die Llanos des Orinoco erheben sich terrassenartig; die Steppen zwischen dem Cassiquare und dem Rio-Negro liegen an hundertvierundzwanzig Toisen über dem Meer; das Thal von Apure und das des Orinoco liegt etwas tiefer, endlich das Thal von Angostura, wo das Bett des Orinoco sich wieder verengert, erhebt sich, mehr als vierundzwanzig Meilen von der Küste, kaum zu acht Toisen über den Spiegel des Meers.

Zwischen dem Amazonenstrom und dem Rio de la Plata finden sich die Pampas von Buenos-Ayres; ihre Ausdehnung ist so ungeheuer groß, daß sie nördlich von Palmenhainen, südlich dagegen (an der Maghellaensstraße) von ewigem Schnee begrenzt werden.

Im nördlichen Amerika nehmen die Steppen, welche man Savannen nennt, sehr bedeutende Gebiete ein; sie erstrecken sich östlich vom Mississippi und den Apalachischen

Gebirgen durch den ganzen Raum hin, welcher von dem Missouri durchströmt wird, und selbst weit nach Norden hin bis zu Ländern, welche man fast gar nicht kennt.

Wenn schon die Vegetation in den Steppen eine sehr beschränkte ist, so ist sie doch noch weit ärmlicher in den salzigen Ebenen, die nur einer geringen Zahl von Pflanzen zum Aufenthalt dienen können. Man findet solche Ebenen mit salzigem Boden am Caspischen Meer, auf der Fläche, die zwischen diesem Meer und der südlichen Abdachung nach dem Ocean hin gelegen ist; sie nehmen einen großen Theil des Europäischen und Asiatischen Rußlands ein. Woher nun der Salzgehalt dieser Steppen rühre, darüber sind die Naturforscher noch nicht gehörig im Klaren. Einige halten dieselben für ein ausgetrocknetes Meer oder doch wenigstens für einen vormaligen See; Andere glauben, daß das Salz der dortigen Gebirgsformation eigen sei, sowie man auch in Deutschland in dem Gebiet des bunten Sandsteins, des Keupers und des Muschelkalkes Salzlager antrifft. Der Boden in den genannten Steppen ist überall mit Salzausblühungen bedeckt, ja selbst der Thau ist salzhaltig. Auf den zahllosen Seen in der Ebene des Caspischen Meeres erzeugt sich jährlich eine Salzrinde von mehren Linien Dicke; das Salz wird abgeschöpft und von den Bewohnern der dortigen Gegenden zum Einpökeln der Fische und des Caviars (Fischeier) benutzt, die dann nach Europa als Gegenstand eines bedeutenden Handels wandern.

Diese Salzebenen haben eine gar nicht unbeträchtliche Ausdehnung. Diejenige, welche südöstlich vom Caspischen Meer befindlich ist, nimmt den größten Theil des dortigen Flachlandes ein; sie ist nur durch einige unbedeutende Ge=

birgszüge unterbrochen; die meist kleinen Flüsse daselbst ergießen sich in Salzseen. Uebrigens giebt es dort auch solche Seen, die gar keinen Zufluß von außen her haben; wahrscheinlich werden sie durch Quellen gespeist.

Die dürrsten Wüsten befinden sich in dem größern Theil des nördlichen Afrika und in Arabien, letztere setzen sich bis zum Euphrat fort und ragen noch nach Kleinasien hinein. Auch im mittlern Asien giebt es solche trockene Wüsten und in Aegypten und Syrien sind einige kleinere Wüsten dieser Art. Die Luft ist daselbst glühend heiß, der Himmel ohne Wolken, immense Ebenen ohne Bäume, Sträuche oder sonstige Gewächse gestatten dem Auge kaum einen Ruhepunkt. Es ist gerade, als befände man sich auf einem Meer von Sand.

Ohne das Kameel, dieses geduldige, nüchterne Thier, das zufolge seiner Constitution fähig ist, sehr lange Zeit der Nahrung zu entbehren und Durst zu leiden, würde es dem Menschen unmöglich sein, diese Wüsten zu durcheilen, wo man seinen Hunger und Durst nur mit dem stillen kann, was man bei sich führt. Aber mit Hülfe des Kameels durchwandert der Mensch diese ungeheuren trostlosen Räume. Man hat daher dieses Thier nicht mit Unrecht das Schiff der Wüste genannt, und dieser Vergleich ist um so schlagender, als der Boden der meisten Wüsten offenbar nichts Anderes, als der Grund eines entweder ausgetrockneten oder durch unterirdische Kräfte emporgehobenen Meeres ist, dessen Wasser dann nach allen Seiten hin abflossen. Die abgerundeten Steine und Sandlager, welche die größte Aehnlichkeit mit den Geschieben unserer Flüsse und der heutigen Meere haben, und von denen die wüsten Flächen Afrika's und Asiens bedeckt sind, geben einen weitern An-

haltspunkt für diese Annahme. Aber wie schwierig ist es, in den Wüsten die richtige Reiseroute einzuhalten, wo man außer den Gesteinen und den gebleichten Gebeinen der umgekommenen Menschen und Thiere kaum einen andern Wegweiser findet! Und doch ist derjenige, welcher sich einmal von dem gebräuchlichen Weg entfernt hat, ohne Rettung verloren. Darum vereinigen sich die Menschen, welche, hauptsächlich des Handels wegen, diese Wüsten durchwandern, zu größeren Gesellschaften — man nennt sie Karavanen. Zu den vielen Fährlichkeiten, welche dem Reisenden in der Wüste drohen, kommt noch ein trockner Wind, Samum genannt, der ungeheure Staubwolken mit sich führt, welche den Menschen und Thieren in Augen, Mund, Nasen und Ohren dringen und ihre Körper austrocknen. Wenn der Samum weht, so wirft sich die ganze Karavane mit dem Angesicht zu Boden und wartet ab, bis er aufgehört hat. Aber es ist schon häufig vorgekommen, daß eine solche wandernde Gesellschaft vollständig vom Samum mit Sand überschüttet worden ist.

Diese Gegenden, die man mit Recht Sandmeere nennen kann, haben außerdem noch dadurch große Aehnlichkeit mit dem Weltmeer, weil sie gleichsam Inseln enthalten, die von kleinen Bächen durchzogen sind und in denen Quellen rieseln, wo die Vegetation, unterstützt durch reichhaltige Feuchtigkeit, so freundlich lacht, wie in den fruchtbarsten Gegenden der cultivirten Welt. Diese Orte nennt man Oasen. Sie dienen den Karavanen zu Ruhepunkten. Dort wird neues Wasser eingenommen, dort gönnt man dem ermüdeten Körper einige Erholung, ehe man die Reise weiter fortsetzt. Merkwürdiger Weise wittern die Kameele die Nähe solcher Oasen auf große Entfernungen hin; mit

aufgerichtetem Kopfe eilen sie dann vorwärts; man kann sich ihrer Führung gänzlich überlassen, sie zeigen unfehlbar den richtigen Weg an.

Schon im Alterthum waren die Oasen bewohnt. Auf einer derselben ist der Tempel des Jupiter Ammon erbaut; sie liegt vierundzwanzig Meilen westlich vom Nilthal gegen den 29sten Grad der nördlichen Breite; auf der nämlichen Seite dieses Thals, aber in einer geringern Entfernung von demselben, kennt man noch zwei Oasen, die größere gegen den 26sten Breitegrad, die kleinere weiter nördlich.

Eine größere Zahl von Oasen findet sich noch in der Wüste Sahara, die an und für sich und mit ihren Verzweigungen vom Ufer des Atlantischen Oceans bis zum Nilthal sich ausdehnt; ihre größte Breite erreicht sie zwischen dem zehnten und zwanzigsten Grad der Länge und vom sechszehnten bis zum dreißigsten Grad nördlicher Breite. Auf allen Karten findet man die Wege verzeichnet, welche die Karavanen einhalten, wenn sie die Sahara durchziehen. So geht eine Straße von Marocco nach Tombuctu. Die Mauren, welche an der nördlichen Küste von Afrika wohnen, haben noch eine andere Straße im Gebrauch, die der Länge nach durch die Wüste, führt; sie benutzen sie auf ihrer Wallfahrt nach Mekka in Arabien, wenn sie das Grab Muhamed's, ihres Propheten, besuchen. Das ist also die größte Wüste, die man kennt; ihre Ausdehnung beträgt an hunderttausend Quadratmeilen.

Unter den Vorkommenheiten dieser Wüste ist noch das Thal der Natronseen zu erwähnen. Es befindet sich vierzehn Meilen vom Nil und enthält sechs Seen, deren Wasser mit einem Salz geschwängert ist, welches man im Handel Natron nennt.

Außer den Wüsten zwischen dem Persischen Meerbusen und dem Sind oder Indus giebt es noch östlich von diesem Flusse eine Sandwüste von größerer Längen- als Breitenausdehnung. Die Wüste Kobi oder Schamo im östlichen Theil des großen Asiatischen Plateaus, ist von der nämlichen Beschaffenheit, wie die vorhergehenden; die Chinesen nennen sie sehr bezeichnend das Sandmeer.

Amerika enthält wenig Wüsten von der Art, wie die Asiatischen und Afrikanischen. Nur westlich von den Anden und südlich von den Hügeln von Amatope, die ungefähr gegen den fünften Grad südlicher Breite von den Anden sich trennen, giebt es bis zum fünfundzwanzigsten Grad der nämlichen Breite einen Raum, wo es niemals regnet, und der aus diesem Grunde einige wüste Flächen enthält, die eine nicht gerade unbedeutende Ausdehnung besitzen. Die eine heißt die Wüste von Atacama, sie liegt zwischen dem zwanzigsten und fünfundzwanzigsten Breitegrad; die andere befindet sich etwas weiter nördlich gegen den sechsten Breitegrad hin. Uebrigens ersetzen in den regenlosen Districten von Südamerika, so weit sie nicht gerade Wüsten sind, häufige und sehr reichliche Thauniederschläge die Regen vollkommen.

Von den Gewässern.

Das Wasser ist das mächtigste Unterstützungsmittel für die Vegetation; seine Vertheilung über die Oberfläche der Erde hat einen großen Einfluß auf die Erscheinungen, die sich auf derselben zutragen, und bietet unseren Augen nicht minder bemerkenswerthe Vorkommenheiten dar, als der feste Boden selbst. Wir wollen nun die Flüsse und Ströme etwas genauer betrachten. Wir werden dabei mit den Quellen anfangen, wo sie ihren Ursprung nehmen, und sie bis zu den Behältnissen verfolgen, in welche sie sich ergießen. Diese sind theils Seen, theils Binnenmeere, theils aber auch die eigentlichen Weltmeere.

Im Allgemeinen gehen die größten Flüsse von den Hauptgebirgsketten aus; die kleineren Gewässer entspringen am Fuß von niederen Gebirgen oder Hügeln. Die Quellen entstehen ohne Zweifel zumeist aus den Regenniederschlägen in den Gebirgen, wo eine verminderte Temperatur ein häufigeres Verdichten der Wolken und Nebel zu tropfbar flüssigem Wasser veranlaßt. Dieses Wasser dringt nun in den Boden so lange ein, bis es auf eine undurchlassende Schicht — sei es von Thon oder Felsen — kommt. Hier fließt es, sich ausbreitend, fort und tritt endlich als

Quelle zu Tage, wenn diese undurchlassenden Schichten die Oberfläche des Bodens schneiden. Aber nicht allein von den Quellen werden die Flüsse gespeist, auch die Regengüsse, welche unmittelbar vom Boden abwärts nach den Flußniederungen hin fließen, versorgen dieselben mit Wasser, wie man an den Ueberschwemmungen nach starken Regen oder Wolkenbrüchen sieht. Auch die Quellen zeigen häufig nach heftigem Regen ein periodisches Anschwellen; doch vergeht darüber nicht selten einige Zeit, während welcher das Wasser den Raum, der sich zwischen dem Ort des Niederschlags und der Quelle befindet, durchwandern muß.

Es ist übrigens ein wahres Glück, daß die Regenniederschläge nicht alle plötzlich abfließen, sonst würden wir nach jedem bedeutenden Sommerregen, der unter den gegenwärtigen Verhältnissen das Wasser der Flüsse kaum steigen macht, augenblicklich Ueberschwemmungen zu befürchten haben. Die hauptsächliche Ursache, welche bewirkt, daß das Regenwasser nicht sogleich, nachdem es zur Erde niedergefallen ist, seinen Weg abwärts nach den tiefer gelegenen Regionen nimmt, ist in der Lockerheit des Bodens, sowie in der Bekleidung desselben mit Gewächsen zu suchen. Ueberaus wohlthätig wirken in dieser Beziehung die Waldungen. Auf den Blättern der Bäume, die zusammen eine sehr große Oberfläche haben, verflacht sich der niedergefallene Regentropfen, er sinkt von da aus nur langsam und allmälig zu Boden, indem er von Blatt zu Blatt abwärts hüpft; so ist dem Boden mit seinen Kräutern und dem Moos Zeit gegeben, das Regenwasser, welches er durch Vermittlung der Bäume erhält, in sich aufzunehmen und in seine tieferen Schichten gelangen zu lassen. In Folge

dieser Eigenschaft bilden die Wälder sehr nützliche Schutzwehren gegen das Abschwemmen der Erde, wodurch immer ein Versanden der Flüsse herbeigeführt wird. Die vielen Untiefen, welche sich seit dem Anfang dieses Jahrhunderts im Rhein und in der Elbe erzeugt haben, sind hauptsächlich entstanden durch Abholzungen, welche in den Alpen und den Waldungen Böhmens stattgefunden haben.

Die Zeit, welche die Regenwasser brauchen, um die Erde zu durchdringen, bis sie wieder als Quellen zum Vorschein kommen, hängt nicht allein von der Beschaffenheit des Erdreichs, sondern auch von der Neigung der undurchlassenden Schichten gegen den Horizont ab. Liegen die Schichten fast wagerecht, so können die Gewässer nur langsam abfließen. Dies ist sehr häufig ein höchst vortheilhafter Umstand, weil davon die Regelmäßigkeit und Tiefe des Wasserstandes bedingt wird.

Die Höhlungen, welche sich in den Gebirgen befinden und bisweilen die undurchlassenden Schichten unterbrechen, bilden natürliche Behälter für die aus der Atmosphäre niedergeschlagenen Wasser. Sie können dann zugleich als Regulatoren des Wasserstandes betrachtet werden. Das Nämliche gilt von den Seen, welche manche Flüsse durchschneiden. Eine große Regenmasse oder viel Schneewasser macht die Seen noch nicht bedeutend anschwellen, weil es sich über eine sehr große horizontale Fläche vertheilt; dieses Wasser ergießt sich nun ganz allmälig in die Flüsse.

Ist der Boden an der Stelle, wo Regenniederschläge erfolgen, locker und durchlassend, so sinkt das Wasser bis in große Tiefen hinunter und kommt dann nicht zum Vorschein, wenn es nicht endlich eine undurchlassende Schicht trifft, welche an einer andern Stelle zu Tage

geht. Es ist klar, daß unter diesen Umständen eine Quelle in einer Ebene niemals zum Vorschein kommen kann, sie sinkt soweit in den Boden hinab, als derselbe für sie durchdringbar ist. Indessen kann man doch solches Wasser benutzen, wenn man eine Grube anfertigt; in dieser sammelt es sich dann an. Die Gewässer, welche auf den in der Nähe der Wüsten befindlichen Gebirgen ihren Ursprung nehmen, versinken in die Tiefe; kommen sie nun wirklich daselbst auf undurchlassende Schichten, so können sie doch wegen der Horizontalität des Bodens nicht zum Vorschein kommen. In diesem Umstand ist lediglich die Trockenheit und Unfruchtbarkeit der Sahara, der Wüste Kobi und anderer Wüsten begründet.

Wir haben vorhin gesehen, daß atmosphärisches Wasser, wenn es sich an einer Stelle niederschlägt, wo eine undurchlassende Schicht sich befindet, wieder im Thal zu Tage treten muß. Anders ist dies aber, wenn es unter eine solche Schicht tritt; in diesem Falle kann es auch im Thal nicht zum Vorschein kommen. Dann ist man aber doch im Stande, eine Quelle zu erhalten. Man durchbohrt nämlich die undurchlassende Schicht und nun kommt das Wasser aus dem Bohrloch hervor. Diese Erscheinung beruht auf dem bekannten physikalischen Gesetz der communicirenden Röhren. Solche künstlich hergestellte Quellen nennt man artesische Brunnen. Berühmt ist derjenige von Grenelle bei Paris, welcher in 24 Stunden 3400000 Liter Wasser liefert.

Die Quellen, wie wir sie vorhin beschrieben haben, bilden den Ursprung der meisten Bäche, Flüsse und Ströme auf der Erdoberfläche. Unter gewissen Umständen hat es aber fast den Anschein, als kämen die Flüsse geradezu aus

der Erde und zwar aus deren Innerm hervor. So ist es z. B. bei den Gletscherbächen der Fall, die unmittelbar am Fuß des Gletschers entspringen; auf diese Art entstehen viele Bäche in den Alpen. Manchmal kommen auch sehr beträchtliche Flüsse aus einem fast horizontalen und dabei morastigen Erdreich; so z. B. in Europa in dem Gebiete, in welchem der Dniepr, welcher sich in das Schwarze Meer, und die Düna, sowie der Niemen, welche sich in das Baltische Meer ergießen, ihren Ursprung nehmen. Indessen liegen die Quellen dieser Flüsse, oder vielmehr die Punkte, wo sie entspringen, immer etwas höher, als ihre Umgebung, und auf ihrem weiten Laufe haben sie Zeit, eine Menge Nebenflüsse in sich aufzunehmen, durch welche ihr Wasserreichthum sich vermehrt.

Auch die Wolga, einer der größten Flüsse Europa's, entspringt in einem Lande, welches durchaus nicht sehr bergig ist; indessen sind die Winter daselbst sehr kalt; sämmtlicher Schnee, welcher in dieser Jahreszeit gefallen ist, bleibt liegen und speist nun im Frühjahr, wenn er schmilzt, die Wolga. Allein auch hiermit ist es immer noch nicht hinlänglich erklärt, warum die Wolga das ganze Jahr hindurch einen so bedeutenden Ueberfluß an Wasser hat. Es bleibt immer wunderbar, daß ein so mächtiger Fluß in einer Gegend und sogleich mit so großer Stärke entsteht, in der die Regen im Ganzen doch nicht so häufig und reichlich fallen, als an anderen Orten der Erde. Vielleicht ist indessen gerade der Umstand, daß eben das Terrain, in welchem die Wolga ihren Ursprung nimmt, keine Berge, also auch keine Wasserscheiden nach allen Richtungen hin besitzt, auf welchen die Wasser sich vertheilen könnten, die Ursache ihres Wasserreichthums.

Die Flüsse nehmen auf dem Wege, den sie durchlaufen, von Zeit zu Zeit andere Gewässer auf; diese sind entweder Quellen, die sich unmittelbar in dieselben ergießen, oder Flüsse von untergeordneterem Range, die in den Nebenthälern eines Gebirgs ihren Ursprung haben. Der Wasserreichthum eines großen Flusses hängt demnach nicht bloß von der Reichhaltigkeit seiner Quelle ab, sondern auch von der Länge des Gebietes, welches er durcheilt, sowie von der Zahl und Bedeutung der Nebenflüsse, die er aufnimmt. Dann ist aber auch das Gefäll von großem Einflusse. Ist nämlich der Boden des Flußbettes sehr geneigt, so fließt das Wasser schnell ab und es ist also hier nicht möglich, daß ein tiefer Wasserstand sich erhalte. Diesen Umstand hat man bei Flußdurchstichen sehr in Erwägung zu ziehen. So ist durch mehrere Durchstiche am Rhein das Wasser stellenweise so seicht geworden, daß die Dampfschiffe Mühe haben, darüber hinwegzukommen.

Hat ein Fluß auf einer gewissen Strecke seines Laufs ein starkes Gefäll und hört dies plötzlich auf, indem der Fluß in eine Ebene eintritt, so wird das Wasser angestaut, und es erfolgen nun Ueberschwemmungen, wenigstens in der Jahreszeit, in welcher die meisten und stärksten Regen fallen, oder wenn der Schnee schmilzt.

Um die Geschwindigkeit eines Flusses oder Stromes zu messen, wirft man schwimmende Körper in denselben; man beobachtet dann die Zeit, welche der Körper gebraucht hat, um einen bestimmten Weg, den man leicht am Ufer messen kann, zurückzulegen. Hierbei ist aber wohl zu berücksichtigen, daß das Wasser in der Mitte des Flußbettes schneller fließt als am Ufer, wo die Reibung an den rauhen Uferwänden seine Geschwindigkeit vermindert.

Hat ein Fluß zu viel Gefäll, so daß es den Schiffen nicht möglich wird, stromaufwärts zu fahren, so ist diesem Uebelstande, wenn es die Kosten erlauben, immer dadurch abzuhelfen, daß man das Bette verlängert, also den Fluß zwingt, einen größern Weg zu durchwandern.

Die Wassermenge, welche ein Fluß in der Zeiteinheit, z. B. in der Minute, fortführt, erfährt man, wenn man einen Querdurchschnitt des Flusses an der betreffenden Stelle nimmt (dies geschieht in einem Schiffe oder Nachen durch Auswerfen des Senkbleis oder Eintauchen von mit einem Maßstab versehenen Stangen) und die gefundene Fläche durch die Geschwindigkeit in der Minute multiplicirt.

Einer der merkwürdigsten Flüsse, die man kennt, ist der Nil. Er nimmt verhältnißmäßig sehr wenig Nebenflüsse auf, weil er eine große Strecke Landes durchwandert, wo es niemals regnet. Der Nil erhält sein Wasser fast sämmtlich von dem schmelzenden Schnee der Gebirge, auf denen er seinen Ursprung nimmt, und gerade dieser Umstand trägt die Schuld an den bedeutenden periodischen Ueberschwemmungen, denen Aegypten ausgesetzt ist. So wird durch diesen Fluß ein Land, welches unter anderen Umständen ganz trocken sein würde, reichlich mit Feuchtigkeit versehen, die dann wieder verdunstet oder in die Erde hinabsickert. In früheren Zeiten waren die Ueberschwemmungen des Nil weit mehr geregelt, als sie es jetzt sind; die alten Aegypter hatten Canäle gebaut, welche das ganze Land durchzogen und das Wasser bis an die entferntesten Punkte desselben leiteten. Nach und nach sind aber diese Kunstwerke fast gänzlich wieder zerfallen. Die Fruchtbarkeit des Nilwassers beruht indessen nicht bloß darin, daß es eben den Boden benetzt und dadurch die Gewächse vor dem Verdor-

ren schützt, sondern auch in dem Schlamm, den es enthält. Dieser Schlamm besteht aus lauter feinzertheilten mineralischen und organischen Partikelchen; diese verwesen und gehen in kurzer Zeit in Zersetzung über; in Folge dieser Eigenschaft wirken sie gerade so, wie der kräftigste Dünger.

Das Steigen des Nilwassers beginnt gegen die Mitte des Monats Juni, wenn der Schnee in den Abyssinischen Gebirgen zu schmelzen anfängt; im Monat October tritt der Fluß wieder in seine Ufer zurück. Das Wasser sieht dann kothig aus, es hat eine gelbrothe Farbe. Vierundzwanzig Fuß über sein unteres Niveau muß der Nil steigen, wenn die größere Fläche des bebauten Aegyptischen Landes überschwemmt werden soll; tritt aber dieser Fall ein, der sich freilich nicht jährlich ereignet, dann hat das Land Ueberfluß an allen Erzeugnissen der Agricultur. Erreicht aber das Wasser nur die Höhe von achtzehn Fuß, so ist die Ueberschwemmung nicht vollständig und dann tritt Mangel ein. Erreicht der Fluß aber die Höhe von dreißig Fuß, dann ist es eben so schlimm; in diesem Falle ist nämlich die Ueberschwemmung zu heftig, das Wasser läuft nicht schnell genug ab und die Agriculturgewächse leiden Noth. Der Nil liefert ein auffallendes Beispiel, wie das Glück des Menschen an die unorganische Natur gebunden ist.

Nicht alle Flüsse sind so regelmäßigen Ueberschwemmungen ausgesetzt, wie der Nil, und wenn auch einige es sind, so fehlen doch häufig die Vorrichtungen, um diese Ueberschwemmungen auf die geeignete Weise zum Vortheil der Landwirthschaft zu benutzen. Auch beim Ganges finden Ueberschwemmungen statt, ähnlich wie beim Nil; diese rühren daher, weil der Ganges seinen Ursprung in einer Ge-

gend hat, in welcher es regelmäßig in bestimmten Perioden des Jahrs regnet. — Von den übrigen Flüssen sind noch die Ueberschwemmungen des Amazonenstroms und des Orinoco von Bedeutung; ja es sind vielleicht diese Flüsse diejenigen auf unserer Erde, welche die stärksten Ueberschwemmungen haben. So beträgt der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstand beim Orinoco in dem mittleren Theil seines Laufs ungefähr funfzig Fuß. Die niederen Länder, die an seinen Ufern liegen, sind dann ganz mit Wasser bedeckt und nehmen sich wie ein weites Meer aus.

In unseren Gegenden, wo die Witterung in den einzelnen Jahreszeiten veränderlicher ist, sind die Ueberschwemmungen mehr zufällige; sie finden statt entweder im Sommer nach starkem Regen oder im Winter aus der nämlichen Ursache, oder im Frühjahr, wenn plötzlich warmes Wetter eintritt und der Schnee auf den Gebirgen schmilzt. Am Rhein treten merkwürdiger Weise die Ueberschwemmungen erst im hohen Sommer ein, oft dann, wenn es gar nicht regnet. In dieser Zeit beginnt nämlich erst der Schnee und das Eis in dem Theil der Hochalpen aufzuthaun, in dem der Rhein entspringt. — Bei den Frühjahrsüberschwemmungen werden häufig große Eisblöcke, auf denen nicht selten Felsstücke schwimmen, mit dem Wasser fortgeführt. Die großen Ströme in Nord- und Süd-Amerika sind voller Baumstämme, wodurch die Schifffahrt mitunter sehr unsicher gemacht wird. Viele Inseln im Mississippi sind bloß aus solchem Treibholz gebildet. Im Red-River, einem westlichen Nebenfluß dieses Stromes, befindet sich eine solche Insel von 15 Meilen Länge und 4 Meilen Breite. An den Mündungen des

Mississippi sind über hundert Meilen Küste bloß aus Holzschichten gebildet, die alle zwei bis drei Jahre von Sand und Geschieben überdeckt werden. Man hat berechnet, daß dieser Strom in jeder Minute über achthundert Cubikfuß Baumstämme durch seine Mündung flößt. Durch den Golfstrom, von welchem später die Rede sein wird, gelangt eine große Menge dieses Treibholzes nach Island und dient dort den Bewohnern dieser holzarmen Insel zur Feuerung und zum Bauen.

Die Absätze der Flüsse gerade an ihrer Mündung sind oft sehr bedeutend; sie nehmen aus leicht erklärlicher Ursache die Form eines Dreiecks an, dessen eine Spitze gerade in den Fluß hineinragt. Diese Dreiecke nennt man wegen der Aehnlichkeit mit einem griechischen Buchstaben — Delta's. Fast alle Flüsse haben Deltabildungen aufzuweisen. Das Delta des Indus hat 25 geographische Meilen Breite, das des Ganges ist 30 Meilen lang und an der Basis 50 Meilen breit; es enthält acht Oeffnungen, durch welche der Strom früher theilweise seinen Lauf nahm.

Unter den bemerkenswerthen Umständen, welche die Flüsse darbieten, sind hier noch die Unterbrechungen zu nennen, welche sie stellenweise in ihrem Lauf erleiden. Man nennt sie Wasserfälle oder Cascaden oder Katarakte. Sie finden sich am häufigsten in gebirgigen Gegenden, da wo der Fluß plötzlich aus einer Hochlage in die Ebene hinabgleitet. Der Ganges soll einen sehr bedeutenden Wasserfall unter dem 33sten Grad der Breite besitzen; man nennt ihn den Katarakt von Gongutra. Die berühmten Wasserfälle des Nil, die die Schifffahrt auf ihm aufwärts von der Stadt Assuan (dem frühern Syene)

unpracticabel machen, werden durch Felsen veranlaßt, die den Fluß inmitten seines Bettes aufhalten. Indessen sind diese Felsen nur niedrig und die Wasserfälle mehr wegen ihrer großen Ausdehnung, als wegen ihrer Höhe merkwürdig. Der Rhein hat nur einen größern Wasserfall, nahe bei Schaffhausen, nicht weit vom Constanzer See, den er bekanntlich durchfließt; er stürzt daselbst in seiner ganzen Breite von einer Höhe von vierzig Fuß abwärts In den Alpen und den Pyrenäen findet man Wasserfälle, wo das Wasser mehr als 1000 Fuß, wenn schon in einzelnen Absätzen, hinabfällt; allein dies sind nur Gießbäche von geringer Breite und Tiefe. In Italien bildet der Velino, ein Nebenfluß der Tiber, einen Katarakt von 300 Fuß Höhe, dies ist in der Gegend von Terni. Die bedeutendsten Wasserfälle finden sich indessen in Amerika. Die erste Stelle unter diesen nimmt der Niagara ein. Er fällt mit einer Breite von 350 Toisen, die nur durch eine kleine Insel inmitten des Stroms unterbrochen ist, von einer Höhe von 144 Fuß herab. Die Großartigkeit dieses Schauspiels wird durch das betäubende Geräusch vermehrt, welches durch das Aufschlagen des Wassers bewirkt wird und sich auf meilenweite Entfernungen hin vernehmen läßt. Indessen werden in einer Reihe von Jahren, die freilich von der Gegenwart noch sehr ferne liegen, die Wasserfälle des Niagara gänzlich zum Verschwinden kommen. Der Boden des Niagarabettes besteht nämlich aus Schiefern, die Unterlage dieser aber aus einem leicht zerstörbaren Kalk. Die Kalkschichten werden nun fortwährend durch das aufschlagende Wasser aufgelöst, die Schiefer brechen unter der Wucht der auf ihnen lastenden Wassersäule nach, und so kommt es denn, daß der Fluß

und mit ihm der Katarakt immer mehr rückwärts schreitet.

Die Wasserfälle von Maypures, wo der Orinoco eine Gebirgskette durchschneidet, um in das große Thal zu gelangen, welches ihn dem Ocean zuführt, unterscheiden sich sehr wesentlich von den Wasserfällen des Niagara. Sie sind zusammengesetzt aus einer unzählbaren Menge von kleineren Wasserfällen, die von Stufe zu Stufe abwärts stürzen. Das Bette des Flusses ist durch eine Menge von Inselchen und Felsen dermaßen verengt, daß kaum zwanzig Fuß für die Schifffahrt frei bleiben, obgleich der Fluß an dieser Stelle doch eine Breite von achttausend Fuß besitzt.

Ein Umstand, der sich sehr selten ereignet, ist der, daß ein Fluß einen Arm nach einem andern aussendet und sich mit ihm verbindet. Diesen Fall treffen wir beim Orinoco und Amazonenstrom an. Ein Arm des erstern, der Cassiquiare, mündet nämlich in den Rio-Negro, einen nördlichen Nebenfluß des Amazonenstroms; der Raum, welcher zwischen dem Cassiquiare und dem Orinoco sich befindet, bildet ein Viereck, dessen Winkel beinahe den Himmelsgegenden entsprechen; die Diagonale, welche von West nach Ost läuft, ist eine hoch über der Meeresfläche hinziehende Linie, welche zwei diametral entgegengesetzte Abfälle des Gebirgs trennt; die Seiten werden von vier Strömen eingenommen, von denen zwei und zwei nach den nämlichen Winkeln hinstreben, nämlich der Atatapo und Orinoco gegen Norden, wo sie sich begegnen, der Rio-Negro und der Cassiquiare gegen Süden, wo sie sich vereinigen.

Was die Länge des Laufs anlangt, so steht hierin ohne Widerspruch der Amazonenstrom oben an; er durchläuft

eine Strecke von mehr als 700 Meilen von seiner Quelle an bis zu seiner Mündung. Nachher kommt der Orinoco; um einen Begriff von seiner Ausdehnung zu geben, wollen wir nur bemerken, daß Humboldt einen einzigen, von keiner Insel unterbrochenen, Arm desselben 4632 Toisen breit gefunden hat; dies war an einer Stelle, die zwanzig Meilen von seiner Mündung lag. Rennell hat die Länge des Laufs der größeren Flüsse auf der Erde mit der Länge der Themse verglichen; er nimmt die letztere als Einheit an und findet so*):

Ströme in Europa:	Themse	1
	Rhein	5¼
	Donau	7
	Wolga	9½
Ströme in Asien:	Euphrat	8½
	Ganges	9½
	Buramputer	9½
	Irrawaddy	9½
	Jenisey	10
	Oby	10½
	Amur	11
	Lena	11½
	Hoangho	13½
	Yantsekiang	15½
In Afrika:	Nil	12½
Ströme in Amerika:	Mississippi	8
	Amazonenstrom	15¾

*) Um die absolute Länge der Ströme hiernach berechnen zu können, bemerken wir, daß die Themse von ihrer Mündung an bis zu ihrer Quelle ungefähr 45 Meilen Länge hat.

Von den Seen.

Die Seen kann man in zwei Classen bringen; die eine von diesen bilden diejenigen Wasserbassins, welche von einem Fluß durchschnitten werden; sie lassen sich als Erweiterungen des Flußbettes betrachten, auch wohl als Reservoirs, in denen die aus den Hochlagen kommenden Wasser sich ansammeln und von wo aus sie nun in großer Stärke sich weiter verbreiten. Die Seen der zweiten Classe haben keinen Abfluß; das Wasser, welches in sie gelangt, wird nur durch die Verdunstung vermindert, welche an ihrer Oberfläche statt hat. Die Teiche sind nichts Anderes als kleine Seen, sie zeigen die nämlichen Verhältnisse, wie die vorigen, das heißt, man hat welche mit und ohne Abfluß. Unter den Seen giebt es nun wieder solche mit süßem und gesalzenem Wasser; einige enthalten auch harzige oder ölige, naphtaartige Stoffe. Das Caspische Meer, der Aral-See, der Urmia-See führen salziges Wasser, so noch einige andere Seen, die parallel mit der Ostküste des Mittelländischen Meeres gelegen sind; der Jordan, ein kleiner Fluß von ungefähr drei Meilen Länge, ergießt sich in

einen Asphalt-See, den man das Todte Meer nennt, weil man früher der Ansicht war, es könnten keine lebenden Wesen in ihnen sich aufhalten, was aber neuerdings widerlegt worden ist, indem Ehrenberg Infusorien, kleine nur mit einem Vergrößerungsglas zu entdeckende Thierchen, in ihm gefunden hat.

Das Caspische Meer ist der größte See, sein Spiegel liegt mehr als 100 Fuß unter dem des Finnischen Meerbusens, wie man schon im Jahr 1770 durch barometrische Messungen, die zu St. Petersburg und Astrachan, an dem Ausfluß der Wolga, angestellt wurden, gefunden hat. Das Caspische Meer ist stellenweise sehr tief; an der südlichen Küste erreicht das Senkblei bei 380 Toisen noch nicht den Grund.

Nordamerika enthält die größte Zahl von Seen von sehr bedeutender Größe. Diejenigen, welche der Laurentius-Strom durchschneidet, sind von sehr beträchtlicher Tiefe, der Fluß selbst kann, so zu sagen, als eine Rinne angesehen werden, durch welche der Ueberfluß des Wassers in diesen Seen abgeleitet wird.

Da wir hier von den Seen Amerika's sprechen, so dürfen wir auch nicht den Nicaragua-See vergessen. Er besitzt eine Länge von ungefähr 40, eine Breite von etwa 15 Meilen. Er ist wegen seiner Lage überaus merkwürdig. Nach der westlichen Seite hin ist er nur etwa zwei und eine halbe Meile vom Großen Ocean entfernt; auf der südöstlichen Seite geht aus ihm der St. Johannesfluß hervor, der sich in den Golf von Mexico ergießt, ungefähr zwischen dem 10ten und 11ten Grad der nördlichen

Breite. Es ist öfters die Frage aufgeworfen worden, ob nicht durch diesen See eine Verbindung zwischen dem Großen und dem Atlantischen Ocean herzustellen sei. Wir haben davon schon an einem andern Orte gesprochen.

Bei dem Caspischen Meer finden wir den merkwürdigen Umstand, daß sein Niveau nicht beständig ist; dies rührt daher, weil die Verdunstung nicht immer dem Zufluß das Gleichgewicht hält, während bei dem Weltmeer sich kein Unterschied im Niveau von Jahr zu Jahr bemerken läßt. Bei letzterm würde sich nämlich ein solcher Unterschied auf eine überaus große Fläche vertheilen; er kann daher nicht zur Wahrnehmung gelangen Bei den Seen finden wir dagegen immer entweder in der Regenzeit oder dann, wenn der Schnee auf den Gebirgen schmilzt, eine Zunahme, aber in der trockenen Jahreszeit eine Abnahme des Wasserstandes. So steigt das Wasser des von der Rhone durchschnittenen Genfersees vom April bis zum August bis zu fünf oder sechs Fuß, also gerade zu der Zeit, wenn der Alpenschnee schmilzt. Außer diesen regelmäßigen und allmäligen Anschwellungen des Wassers kommen aber auch noch plötzliche und außergewöhnliche an stürmischen Tagen im Sommer vor, es erhebt sich dann der See auf einmal bis zu vier oder fünf Fuß, oder sinkt um eben so viel und zwar in mehreren Stunden zu wiederholten Malen. Diese Erscheinung, die man Seiche nennt, hat verschiedene Erklärungen hervorgerufen, die wir aber hier nicht alle aufführen wollen; wir bemerken nur, daß sie sich nicht an allen Stellen des Sees in dem nämlichen Grade zeigt. Am wenigsten tritt sie an dem Orte auf, wo der See seine größte Weite erreicht, am meisten an den Engen und vor Allem an den Rändern des Sees. Wahrscheinlich ist aber doch

der Wind die Ursache der Seiche, er treibt die Wasser vor sich her; an den Stellen, wo die Ufer weit auseinandergehen, haben sie freien Raum, um weiter vorwärts zu dringen; an den Engen dagegen und an den Ufern müssen sie aufgestaut werden.

Die Veränderungen in der Höhe des Wasserstandes der Seen, von welchen soeben gehandelt worden ist, sind periodische; bei einer sehr großen Zahl von Seen hat man aber auch ständige Verminderungen der Wasserhöhe wahrgenommen; die Quantität des Wassers, welche sie aufnehmen, scheint sich verringert zu haben. Die Flüsse, welche sich in die Seen ergießen, führen nämlich Schlamm, Sand und Reste von Vegetabilien mit sich; diese lagern sich auf dem Grunde ab. Dadurch wird der See nach und nach, wenigstens stellenweise, ausgefüllt, es wachsen Wasserpflanzen auf den Erhöhungen, es bilden sich Inseln, zuletzt besteht der See nur noch aus einer Reihe von Pfützen, welche durch Dämme unterbrochen sind. Moräste dieser Art, die unstreitig früher nichts Anderes als der Grund eines später trocken gelegten Sees waren, findet man in Europa nahe an den Quellen des Don, im Südosten vom Baltischen Meer; der Raum, welcher zwischen dem Finnischen und Bothnischen Golf liegt, ist mit solchen Morästen angefüllt. Auch das Asowsche Meer besteht theilweise nur aus Morästen. Nahe an den Quellen des Euphrat sollen dieselben ebenfalls in sehr bedeutender Ausdehnung vorkommen; auch Amerika ist sehr reich daran. Die Marschen an der Küste der Nordsee sind eigentlich auch nichts Anderes, als morastartige Ablagerungen. Die Moräste entstehen und finden sich überall da, wo das Land zu wenig Fall besitzt, als daß das Wasser seitwärts abfließen könnte. Auch im Hochge-

birge, besonders auf Plateaus sind die Moräste eine häufige Erscheinung. Dort ist nämlich der Regenfall sehr groß, dagegen die Temperatur zu niedrig, als daß alles Regenwasser wieder verdunsten könnte. Ein undurchlassender Untergrund von Thon oder Raseneisenstein begünstigt überall die Bildung der Moräste.

Die Vegetation in diesen steht meist auf einer sehr niedrigen Stufe, die Gewächse, welche in den Morästen leben, gehören den Familien der Moose, Algen, Schachtelhalme u. s. w. an. Wenn sie im Herbst absterben und wenn im Winter der Frost ihren Zusammenhang gelockert hat, dann sinken sie unter das Wasser. In jedem Jahre wiederholt sich diese Erscheinung. Auf solche Art entsteht der Torf, den man bekanntlich zur Feuerung benutzt. Es ist eine ausgemachte Erfahrung, daß der Torf, wenn er ausgestochen ist, sich wieder von Neuem erzeugt, vorausgesetzt, daß man das Wasser nicht ableitet und daß man von der Sohlenfläche des Lagers eine Schicht Torferde überhält. So hat van Marum beobachtet, daß in seinem Garten in Zeit von fünf Jahren eine Torfschicht von vier Fuß Höhe entstand. Nach Hoffmann erzeugte sich im Altwarmbrücher Moor bei Hannover in Zeit von 50 Jahren eine Schicht von acht Fuß Höhe. — Es giebt auf einigen Seen auch schwimmenden Torf. Dieser kann entweder am Spiegel desselben oder auf dem Grunde entstanden sein und sich dann losgerissen haben. So befand sich auf dem Gerdauer See in Preußen eine schwimmende Torfinsel von solchem Umfange, daß auf ihr hundert Stück Vieh weiden konnten. Sie wurde im Jahr 1707 durch einen Sturm zerrissen und in mehrere Theile getrennt,

gegenwärtig sind nur noch geringe Ueberbleibsel von ihr vorhanden. In den Aequinoctialgegenden ist die Torfbildung, wenigstens in der Ebene, selten, wie uns Boussingault berichtet.

Vom Meere.

Das Meer, welches den größten Theil der Gewässer unserer Erde in sich aufnimmt, ist eigentlich nur als ein See ersten Rangs zu betrachten. Die Ränder des Bassins, welches es mit allen seinen Buchten ausfüllt, zeigen die mannigfachsten Verschiedenheiten. An manchen Orten, wie in Norwegen, sind die Küsten zu hohen Felsen aufgethürmt, an ihnen hat das Meer eine beträchtliche Tiefe; anderwärts ist die Küste flach und erhebt sich kaum über den Spiegel des Meeres, wie man es am Eingang in den Canal zwischen England und Frankreich bei St. Malo und an der Friesischen Küste sieht. Ein sehr ausgedehntes Flachland dieser Art findet sich nahe am Golf von Guzurate an der Bai Oman, dann im Mexicanischen Meerbusen an der Mündung des Mississippi, sowie an der Küste von Florida. Eben so häufig, ja noch öfter, hat aber die Küste eine mittlere Erhebung über den Meeresspiegel. Ragen aus ihr einzelne Hügel empor, so nennt man diese Dünen; solche bemerkt man viele an den Küsten der Nordsee. An manchen Meeresküsten hat man förmlich Dünen errichten müssen, um das Meer am Vordringen zu verhindern, wie z. B. in Holland.

Die Gestalt der Küste ist von der höchsten Wichtigkeit für die Schifffahrt. Ist sie sehr flach, so daß man sie nicht von Weitem bemerkt, so müssen die Schiffer beständig Acht haben, damit sie nicht auf den Sand gerathen; das Nämliche findet statt, wenn das Meer nahe bei der Küste nicht hinlängliche Tiefe besitzt. Nur an geschützten Stellen, wie in Buchten, an den Mündungen der Flüsse u. s. w., können die Schiffe landen, und hier legt man auch die Häfen an.

Der Wohlstand eines Landes hängt nicht selten von der Gestalt seiner Küsten ab. England ist in dieser Beziehung sehr glücklich ausgestattet; die vielen Buchten und Einschnitte an der Küste dieses Landes geben alle treffliche Landungsplätze und Zufluchtsorte für die Schiffe bei stürmischem Wetter ab. Die geringe Ausdehnung des überseeischen Handels von Deutschland beruht ganz sicherlich, abgesehen von seinen politischen Verhältnissen, auch auf der Flachheit der norddeutschen Küsten, die sich nur an wenigen Stellen zu Häfen eignen.

Die langen Küsten von Neuholland sind auf große Strecken hin mit Felsen umgeben, die nur wenig, oft auch gar nicht aus dem Wasser hervorragen. Ueber sie braust das Meer mit fürchterlichem Getose und unwiderstehlicher Gewalt hin, Schiffe, welche in ihre Nähe kommen, sind unrettbar verloren; sie werden an den Felsen zertrümmert. Darin liegt die Ursache, warum Neuholland nur stellenweise angebaut und bewohnt werden wird.

In der Südsee finden sich Inseln, welche von Thieren, den Korallen, aufgebaut worden sind. Sie heften sich mit ihren steinernen Gehäusen an die Felsen an und verbreiten sich von da aus weiter in das offene Meer hinein.

Doch sind sie in ihrer Verbreitung hauptsächlich nur auf das Indische Meer und den Stillen Ocean beschränkt. An der Westseite von Neucaledonien befindet sich ein Korallenriff von 150 Meilen Länge; das große Australische Riff soll eine Ausdehnung von 300 Meilen besitzen.

Die meisten Korallenbänke haben eine kreisförmige Gestalt. Sie ziehen sich öfters um bereits bestehende Inseln in einer Entfernung von einer halben Meile herum. In Folge dieses Umstands bleibt dann eine ringförmige Vertiefung zwischen dem Riff und der Insel, ähnlich wie der Graben an einer Festung. Andere Riffe dieser Art haben aber noch eine Verlängerung, wodurch längliche schmale Inseln gebildet werden, sogenannte Lagunen-Inseln. Gewöhnlich ist aber der Korallenring nicht geschlossen, er hat an irgend einer Seite eine Oeffnung. Man sollte denken, der Raum zwischen dem Riff und der Insel lasse sich zu Hafenplätzen sehr gut benutzen. Dies ist indessen nicht der Fall. Die Riffe selbst ragen zu wenig aus dem Wasser hervor und können deshalb die Winde nicht abhalten, die das Meerwasser mit unwiderstehlicher Gewalt in den Wasserring hineintreiben und die schrecklichsten Brandungen verursachen.

Eine andere Art von Riffen sind die Barrier-Riffe. Sie besitzen in den meisten Fällen die größte Längenausdehnung und entfernen sich öfters auf weite Strecken von der Küste. Das Caledonische Riff gehört zu diesen.

Ueber die Tiefe, in welcher die Korallen ihre Bildungen vornehmen, herrschen die schwankendsten Ansichten. Einige behaupten, die größte Tiefe, in welcher die Korallen noch lebten, betrage 20 — 30 Fuß. Indessen haben Nachgrabungen des Capitains Belcher auf Ko-

ralleninseln ergeben, daß bis zu 45 Fuß diese Inseln vollständig aus Korallen bestanden. Darwin, ein Naturforscher der neuern Zeit, dessen ausgedehnte Reisen die Wissenschaft mit einer großen Zahl sehr werthvoller Thatsachen bereichert haben, zweifelt nicht, daß die Korallen Bänke von 300 Fuß Höhe aufzubauen im Stande seien. Viele vorhandene Korallenbänke sollen den Beweis dafür abgeben.

Es ist möglich, daß die bedeutende Höhe mancher Korallenriffe durch Senkungen des Meeresgrundes, wie sie noch heute an manchen Orten stattfinden, hervorgerufen wurde. Nehmen wir nämlich an, diese Thiere vermöchten wirklich nur in einer geringen Tiefe zu leben, so mußten sie durch fortwährende allmälige Senkungen des Meeresbodens gezwungen worden, immer höher hinaufzubauen, und so erklärt sich die bedeutende Höhe vieler Korallenriffe auf eine höchst einfache Weise.

Das Material der Koralien besteht fast ganz aus kohlensaurem Kalk — der nämlichen Masse, welche wir in der Kreide und dem Marmor erblicken. Es fragt sich nun, woher die ungeheure Menge von Kalk genommen wurde, welche in den ausgedehnten Korallenbänken aufgespeichert ist.

Früher war man über diesen Gegenstand vollständig im Unklaren; seitdem aber die Chemie nachgewiesen hat, daß das Meerwasser zu allen Zeiten einen beständigen Gehalt an Kalk besitzt, hellte sich die Sache auf.

Tausend Theile Wasser vom Atlantischen Meer an den Küsten Frankreichs enthalten 20 Theile kohlensauren Kalk. Das Mittelländische Meer enthält 1 Theil, das Schwarze Meer 35 Theile, das Asowsche Meer 2 Theile, das Caspische Meer nahe an 1 Theil dieses Minerals.

Wie die Korallenthiere den Kalk aus dem Meerwasser abscheiden, darüber läßt sich nichts Bestimmtes sagen; indessen geht dieser Proceß jedenfalls auf eine ähnliche Art, wie die Bildung der Knochen im Körper der Säugethiere und Vögel vor sich. Die Thiere nehmen das Meerwasser, mit welchem sie fortwährend in Berührung sind, in sich auf und behalten den Kalk zurück.

Man ist gewöhnlich der Ansicht, die steinartige Masse der Korallen bilde das äußere Gehäuse dieser Thiere, sowie es mit den Schalen der Austern der Fall ist. Diese Ansicht ist eine vollständig unrichtige. Alle diejenigen Korallen, welche die Bildung von Riffen veranlassen, haben den harten Kern im Innern und der fleischige Theil befindet sich außen. Einige Korallen, wie die sogenannten Orgelkorallen, leben zwar in einer steinernen Hülle, allein diese sind es nicht, mit denen wir uns gegenwärtig beschäftigen.

An steil abfallenden Küsten, wo das Meer bald eine größere Tiefe erlangt, finden sich keine Korallen, weil sie an diesen Stellen sich nicht anheften können. Im freien Meer, wo der Grund erst in bedeutender Tiefe beginnt, können die Korallen nicht leben.

Ebenso ist den Korallen die unmittelbare Berührung mit der Luft nicht zuträglich. Sie erheben daher ihre Gebäude niemals über den Spiegel des Wassers. Wenn wir trotzdem viele Korallenriffe über die Oberfläche des Meers herausragen sehen, so können wir uns diese Erscheinung nur dadurch erklären, daß Sand, Schlamm, Theile von Muschelgehäusen durch die Wellen und die Brandung auf das einmal vorhandene Riff geworfen und späterhin verkittet worden sind. Auf diese Art sind denn wirklich

die meisten Koralleninseln entstanden. Durch Vögel, sowie durch Meereswellen wurden dann Samen von Gewächsen von anderen Ländern auf die Riffe geführt, sie keimten und wuchsen in die Höhe und die Inseln erhielten dadurch eine, wenn auch oft nur dürftige, Vegetation. Die Insel Whitsunday im Stillen Ocean giebt uns ein Bild von einer mit Gewächsen bekleideten Koralleninsel.

Es ist höchst merkwürdig, daß die Korallen, wenn sie schon große Tiefen nicht lieben, doch am besten in einem bewegten brandenden Meere gedeihen, und es erklärt sich dies wohl am einfachsten damit, weil nur in einem solchen den Thieren fortwährend Wasser zugeführt wird, aus welchem sie den kohlensauren Kalk entnehmen können. Die Korallen sind an ihrer Anheftungsstelle festgehalten, sie können sich nicht von derselben entfernen; ist nun das Wasser, mit welchem sie sich in Berührung befinden, seines Kalkgehaltes beraubt, so fehlt es ihnen an Material, um ihre Gebäude construiren zu können, während ihnen ein bewegtes Wasser neuen Kalk zuführt.

Daß die Korallen ihre Bildungen oft in sehr kurzen Zeiträumen vollenden, dafür sprechen die Beobachtungen Darwin's in unwiderleglicher Weise. Er führt an, daß die Bewohner einer Koralleninsel (Keeling-Atoll) im Indischen Meere zehn Jahre vor seinem Besuche dieser Insel einen Schooner gebaut hätten, um denselben von der Lagune in das Meer zu bringen; sie seien aber genöthigt gewesen, mit Brecheisen einen Canal durch das Riff zu machen, welches von lebenden Korallen fast vollständig wieder ausgebaut gewesen sei. Ferner theilt uns dieser Naturforscher mit, daß ein gestrandetes Schiff nach einem Zeitraum von 50 Jahren ganz mit Korallen incrustirt war. In einem

andern war der Kupferbeschlag schon nach 20 Monaten mit einer zwei Fuß dicken Korallenschicht bekleidet.

Bronn hat die Notizen, welche uns über den Bau der Korallen im Rothen Meer überliefert worden sind, in übersichtlicher Weise zusammengestellt. Der bekanntlich große Reichthum des Rothen Meers an Korallenbänken beschränkt sich nur auf seinen mittlern Theil, wo von Tor bei Suez bis Gunifude im glücklichen Arabien sie alle mit der Hauptrichtung der Küste parallel und in deren Nähe ziehen, im offenen Meer aber nur an seichten, vulkanisch gehobenen Stellen vorkommen. Selbst dann, wenn sie an solchen Inseln sitzen, die eine andere Richtung annehmen, bleiben sie ihrer Normalerstreckung getreu. Sie bilden nie Ringe oder Trichter und mithin keine Lagunen, sondern ebene oder langgestreckte Flächen oder Bänder parallel dem Meeresspiegel in $\frac{1}{2}$ bis 2 Faden Tiefe, aus welcher (bei geringer Tiefe) während der Ebbe höchstens einzelne kleine Punkte derselben zeitweise hervortreten. Sie zeigen keine bemerkenswertheren Unebenheiten, Hügel, keine vorwaltende größere Höhe auf einer Seite, selbst nicht auf der gegen herrschenden Wind oder gegen die Brandung gerichteten. Ein Theil derselben hängt mit der Küste unmittelbar zusammen, indem sie die Einfassung eines zuweilen $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{4}$ Stunde breiten ebenen, knapp unter dem Seespiegel hinziehenden Küstenstriches bilden, welcher zwar gewöhnlich etwas schief, aber doch so steil und gegen das offene Meer so tief abfällt, daß man nahe dabei oft in 100 Faden keinen Ankergrund findet. Ein anderer und zwar der hauptsächliche Theil, läuft in einem kleinen Abstand von der Festlandküste so regelmäßig und zusammenhängend fort, daß man oft nur in meilenweiter Entfernung einmal von der

hohen See aus durch denselben in das 1 bis 2 und mehr Faden tiefe ruhige Wasser gelangen kann, welches sich hinter ihm hinzieht; diese letzten Riffe fallen gegen die Küste nur allmälig, gegen das Meer aber eben so steil und oft noch tiefer ab, als die vorigen. Doch nimmt hier die Tiefe weiter in das Meer hinaus gewöhnlich zu, was nächst den Küstenriffen nicht der Fall zu sein pflegt. Diese Riffe wiederholen sich in kleinen Abständen und paralleler Richtung zuweilen mehrmals, eines außerhalb dem andern. Die Unterlage aller dieser Riffe und überhaupt der Felsboden der ganzen Küste besteht, bis auf einige wenige örtliche Ausnahmen und zwei bis drei vulkanische Stellen, überall aus horizontalen Bänken eines bald sehr festen und bald mürben porösen, zuweilen sandsteinartigen Kalktuffs, welcher offenbar aus verkleinerten und undeutlichen Ueberbleibseln von Muscheln und Korallen zusammengekittet ist, aber durchaus nicht in einem unmittelbaren Zusammenhang mit denjenigen Wesen steht, die jetzt auf ihm leben; seine Farbe ist aschgrau oder schwärzlich, wird aber blendend weiß, kreideartig, wenn das Gestein dem Meere enthoben ist. Die obersten im Wasser liegenden Bänke mit oder ohne Korallen lösen sich oft sehr leicht ab; in der Regel aber giebt ihnen eben der feste Korallenüberzug Halt und Festigkeit und hindert deren tiefere Abtragung durch das Meer, sobald andere Agentien dieselbe bis in dieses Niveau bewirkt haben. Eine Kalk-Insel also, die anfangs nur von einem Korallenkranze umgeben war, kann, indem sie in ihrer Mitte mehr und mehr zerstört wird und zuletzt ganz unter dem Wasser verschwindet, völlig von Korallen bedeckt werden. Nie sitzen die Korallenbänke auf losem Gebirge.

Auf diesen Felsbänken nun, die sich ohnedies nahe

unter dem Meeresspiegel befinden, und nur auf ihnen siedeln sich die Korallen an und können daher Schichten von wenigen, von 1 — 2 — 3 und höchstens bis 9 Fuß Dicke bilden. Selbst in den bevölkertsten Küstengegenden findet man in 6 Klafter Tiefe keine Korallen mehr; auch in größerer Tiefe kennen die Perlenfischer solche nicht. Ihre lineare tafelartige Riffform erklärt sich dann aus der Form der Küstenfelsen selbst. Die äußere, der Brandung gegenüberstehende Seite des Riffs lieben die Korallen vorzugsweise und entwickeln sich da am üppigsten: aber nur wenn das Riff so niedrig ist, daß das Meer darüber hinweggeht; erhebt sich das Riff jedoch so hoch, daß die Wellen daran in die Höhe steigen und rückwärts überschlagen, so wird die Bewegung des Wassers zu gewaltsam und bleibt ihre Außenseite frei von Korallen; diese bietet ein Hülfsmittel zu genauerer Erforschung der Unterlage und Dicke der Korallenschichten. So mögen denn die einzelnen Stöcke zwar durch Bildung von Seitenästen u. s. w. fortdauernd wachsen, aber ohne die Korallenriffe über ihr eignes Maß hinaus fortdauernd zu erhöhen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Bildung der Koralleninseln nicht bloß ein Product der geschichtlichen Zeit ist; sehr viele Kalksteine aus denjenigen geologischen Perioden, welche lange Zeit vor der Sündfluth stattfanden, scheinen wirklich durch Korallen aufgebaut worden zu sein. Man findet an manchen Orten Kalke von ungemeiner Reinheit, einer Eigenschaft, durch welche gerade die Korallenkalke ausgezeichnet sind. Wären diese Kalke bloß ein Niederschlag des Wassers, so würden sie offenbar mit fremdartigen Stoffen vermengt sein. Die gelben Kalksteine des Schweizer- und Fränkischen Juragebirges gehören dieser

Gruppe an. Bei der höchst bedeutenden Mächtigkeit dieser Gebirge sind wir indessen genöthigt, Hebungen des Meeresgrundes anzunehmen.

Darüber, daß der Boden des Meers in früheren Zeiten oftmals emporgehoben worden sei, können gar keine Zweifel mehr bestehen. Die vielen versteinerten Muscheln und Fische, welche man gegenwärtig auf hohen Bergen antrifft, zeigen uns, daß die Oberfläche dieser Berge vormals mit Wasser bedeckt gewesen sein müsse.

Das merkwürdigste Beispiel einer noch gegenwärtig stattfindenden Hebung des Meeresbodens liefert uns Scandinavien. Leopold von Buch bemerkte auf seiner Reise durch Norwegen und Schweden im Jahre 1810 Muscheln von noch lebenden Arten in nicht unbeträchtlicher Höhe über dem Meer; Brogniart bemerkte sogar zweihundert Fuß über dem jetzigen Meeresspiegel solche Muscheln an Felsen hängen. Schon vor mehr als hundert Jahren fand Celsius an der Scandinavischen Küste die Meinung verbreitet, daß die Nordsee sowohl als das Baltische Meer sich senke; er schätzte in Folge genauerer Nachforschungen diese Senkung auf vierzig Schwedische Zoll in einem Jahrhundert. Das Ansteigen von sonst verborgen gewesenen Klippen über den Seespiegel, die Ausbreitung der Küste, die allmälige Entfernung aller Seehäfen von derselben und die Beobachtung absichtlich an den Klippen der Küste eingehauener Zeichen hatte ihm hierbei als Maßstab gedient. Leopold von Buch erzählt uns, daß man im Jahre 1810 den Meerbusen von Innerviken nicht mehr habe befahren können, was wenige Jahre vorher noch möglich gewesen sei. Derselbe Naturforscher ist indeß der Ansicht, daß nicht das Meer sinke, was das Gleichgewicht der Meere nicht

gestatte, sondern daß ganz Schweden sich langsam in die Höhe erhebe, und zwar von Fredericshall bis gegen Abo und vielleicht bis gegen Petersburg hin. Auch an den Küsten von Norwegen bei Bergen, in Söndmör und Nordmör hat man etwas von der Senkung des Meeres bemerkt. Klippen, welche sonst vom Wasser bedeckt wurden, sind jetzt aus demselben herausgetreten. Aus einem im Jahre 1821 an die Schwedische Akademie der Wissenschaften erstatteten Berichte über das Ergebniß der von ihr und dem Russischen Seeministerium veranstalteten Untersuchung der früher längs der Küsten angebrachten Zeichen ergab sich, daß in Scandinavien, hauptsächlich aber an dessen inneren nördlichen Küsten, die Hebung wirklich noch fortdaure, mehr im Bottnischen als im Finnischen Meerbusen, und daß sie dort, nach Verschiedenheit der Stellen, 3 — 5 Fuß im Jahrhundert betrage, so daß in deren Folge nicht nur die unteren Theile der Felsen und Grundpfeiler von Häusern in Stockholm allmälig aus dem Wasser hervorkommen, sondern auch die Küste immer weiter in das Meer hinausrücke.

Auch Südamerika soll schon seit längerer Zeit in fortwährender Hebung begriffen sein.

Ein höchst interessantes Beispiel von der Hebung des Meers liefern uns die Ruinen des Serapistempels bei Puzzuoli. Es sind von ihm nur doch drei Säulen von zweiundvierzig Fuß Höhe übrig geblieben. Vom Postament an bis zu einer Höhe von zwölf Fuß haben sie ihre ursprüngliche Glätte bewahrt; von da an aber kommt ein Gürtel von etwa zehn Fuß Höhe, in welchem Bohrmuscheln einzelne Löcher angebracht haben. Es scheint danach, daß dieser Tempel nicht allein eine Zeit lang unter Wasser gesetzt worden sei, sondern daß auch eine nachherige Sen-

kung des Meeresbodens wieder stattfand. Indessen wird das Fußgestell beim höchsten Wasserstande immer noch bis zu 1 Fuß vom Meere bedeckt.

Die Küsten des Meers sind durch die mechanischen Wirkungen des Wassers häufigen Veränderungen unterworfen. Am meisten hat die Küste von Holland und Friesland durch die Einbrüche des Meers gelitten. Gegen das Jahr 800 hin wurden ganze Dörfer an der Küste der Bretagne vom Meere verschlungen. In den Jahren 1219 bis 1221 und 1246 bis 1251 trennten Seestürme die Insel Wieringen vom festen Lande und bereiteten den Durchbruch der Landenge vor, welche Nordholland mit der Grafschaft Stavoren in Friesland verband. Gegen das Ende des dreizehnten Jahrhunderts verschlangen Ueberschwemmungen den fruchtbaren Canton Reiderland, zerstörten die Stadt Torun mit funfzig Dörfern, Höfen, Klöstern und bildeten den Dollart. Gegen 1282 durchbrachen Seestürme die Landenge zwischen Nordholland und Friesland und bildeten den Zuidersee.

Gelegentlich der Besprechung der Frage, woher die Korallen den kohlensauren Kalk zur Bildung ihrer steinernen Gehäuse erhielten, haben wir bereits gesehen, daß das Meerwasser nicht vollkommen reines Wasser ist. Wir fügen noch hinzu, daß dasselbe, einige Mineralquellen abgerechnet, mehr Salze in Lösung enthält, als alle übrigen natürlich vorkommenden Gewässer. Dies giebt sich auch schon durch seine Schwere zu erkennen. Die aufgelösten Salze haben nämlich ein größeres Gewicht, als das Wasser selbst; je mehr also von diesen in dem Wasser sich befindet, um so schwerer wird dasselbe sein.

Nennen wir das Gewicht eines bestimmten Volums

frisch aufgefangenen Regenwassers	. . . .	1000
so wiegt dasselbe Vol. Wasser vom	Schwarzen Meer	1014
» » » » » »	Atlant. Meer	1029
» » » » » »	Eismeer	1027
» » » » » »	Mittelmeer	1029

Woher kommen nun aber die im Meerwasser gelösten Mineralbestandtheile?

Diese Frage beantwortet sich sehr einfach, wenn wir auf den Ursprung des Meers zurückgehen.

Nehmen wir an, daß ursprünglich auf der Erdoberfläche eine gewisse Quantität Wasser als Meer vorhanden gewesen sei, so mußte dieses Wasser doch zu jeder Zeit durch die Verdunstung an seinem Volumen verlieren. Dieser Verlust wird wieder durch die Zuströmungen der Flüsse, welche in das Meer einmünden, ersetzt. Die Flüsse nehmen ihren Ursprung von den Quellen und diese wieder von den niedergefallenen meteorischen Gewässern. Letztere fließen über den Boden, sie nehmen die löslichen Theile desselben auf und führen sie den Flüssen und mit diesen auch dem Meere zu. Durch die Verdunstung wird indessen die Lösung immer concentrirter; es entweicht fast völlig reines Wasser als Dampf und die Mineralbestandtheile bleiben zum größten Theil zurück.

Freilich löst auch das Meer die an seinem Grunde befindlichen Salze auf, und daher mag ohne Zweifel auch der große Gehalt an Kochsalz herrühren, welcher dem Meerwasser eigen ist. In 100 Theilen Wasser fand man:

beim Meer an den Küsten Frankreichs	2,5	Thle.	Kochsalz
» » » dem Golf von Leith . .	2,1	»	»
im Mittelländischen Meer	2,7	»	»
in der Ostsee	1,3	»	»
» » Nordsee	2,5	»	»
im Schwarzen Meer	1,4	»	»
im Asowschen Meer	1,0	»	»
im Caspischen Meer	0,4	»	»

Wir sehen aus den vorstehenden Zahlen, daß das Mittelländische Meer die größte Menge an Kochsalz von allen Meeren enthält. Diese Thatsache hat in der bedeutenden Verdunstung dieses Meers, hervorgerufen durch die über dasselbe wehenden heißen Afrikanischen Winde, ihren Grund. Die Flüsse, welche sich in das Mittelländische Meer ergießen, sind von geringem Umfange; der durch die Verdunstung bewirkte Wassermangel im Mittelländischen Meer wird durch ein Zuströmen aus dem Atlantischen Ocean durch die Straße von Gibraltar ersetzt.

Während bekanntlich das süße Wasser bei 0° Temperatur erstarrt, wird das Meerwasser erst bei —2°,55 Cels. fest. Diese Eigenschaft ist in klimatologischer Beziehung von der allergrößten Wichtigkeit. Sie sichert nämlich den am Meere gelegenen Gegenden der Polarzonen eine höhere Temperatur.

Wenn man süßes Wasser vom Siedpunkt aus erkältet, so nimmt sein Volumen immer mehr ab; es wird, wie man sagt, dichter. Merkwürdiger Weise erreicht indessen das reine Wasser seine größte Dichte nicht bei der Temperatur des Gefrierpunkts, sondern schon bei einer Temperatur, die um 4½ Grad über diesem Punkt liegt. Denken wir uns, es sei ein See mit süßem Wasser angefüllt

und es werden die oberen Schichten des Wasserspiegels in Berührung mit der Luft zur Winterszeit erkältet, so sinkt das dichter gewordene Wasser unter, eben weil es schwerer ist, und das wärmere und zugleich leichtere Wasser steigt in die Höhe. Dieser Proceß dauert so lange fort, bis sämmtliches Wasser die Temperatur von $4^1/_2{}^0$ Cels. angenommen hat. Von da an steigt das kältere Wasser an die Oberfläche, weil dieses jetzt leichter als das wärmere Wasser ist.

Beim Meere treffen wir andere Verhältnisse. Das Meerwasser erreicht seine größte Dichte erst bei $2^7/_{10}$ Grad Celsius unter dem Gefrierpunkt. Es wird also beim Meere auch noch Wasser mit einer Wärme unter $4^1/_2$ Grad aufsteigen und das wärmere Wasser wird sich nicht am Grunde des Meers aufhalten können.

Die großen Eisschollen, welche im Meere der Polarzone schwimmen und oft bis in südlichere Klimate hinabgeführt werden, rühren wohl zumeist von Gletschern her. Diese Eisberge besitzen nicht selten ungeheure Dimensionen. Der größere Theil von ihnen befindet sich, um sie schwimmend zu erhalten, unter Wasser.

Ueber die Tiefe des Meers sind schon vielfache Untersuchungen angestellt worden; sie alle haben aber nicht zu befriedigenden Resultaten geführt. Wendet man das Senkblei zu dergleichen Experimenten an, so ist man genöthigt, eine Schnur an dem Blei zu befestigen. Diese Schnur ist leichter als das Wasser; befindet sich nun eine große Länge desselben unter Wasser, so wird sie von demselben getragen und das Blei kann nicht untersinken. Je tiefer man in das Meer hinabsteigt, um so größer wird dessen Dichte, weil die über demselben lastende Wassersäule einen gewal-

tigen Druck ausübt. Zuletzt wächst die Dichte in solchem Maße, daß selbst das Blei schwimmt. Größere Tiefen können also mittelst des Senkbleis nicht gemessen werden.

Richter hat eine andere Methode erfunden, um die Tiefe des Meers zu bestimmen. Er befestigt zwei Kugeln, eine sehr schwere und eine leichtere, schwimmfähige, an eine Feder und läßt sie in das Meer hinabsinken. Sobald die Kugeln auf dem Meeresgrunde angekommen sind, öffnet sich die Feder; die leichtere Kugel wird dadurch von der schwereren getrennt und steigt wieder an die Oberfläche empor. Aus der Zeit, welche zwischen dem Eintauchen der Kugel in das Wasser und ihrem Wiedererscheinen verfließt, läßt sich ein Schluß auf die Tiefe des Meers ziehen. Allein auch das Verfahren von Richter ist, für so sinnreich man es auch halten muß, doch nur ungenügend. Wie wir später sehen werden, finden nämlich im Meere Strömungen statt; kommen nun die Kugeln in eine solche Strömung, so werden sie gewaltsam fortgerissen; sie erscheinen dann erst in längerer Zeit oder kommen an einer solchen Stelle wieder an die Oberfläche, welche weit von dem Punkte entfernt ist, an dem man sie hinabgelassen hat. Im einen Falle wird man also die Tiefe des Meers zu groß finden, im andern Falle ist man ganz außer Stand, sie zu berechnen.

Indessen deutet uns schon die beträchtliche Ausdehnung des Meers im Verhältniß zum Festland darauf hin, daß die tiefsten Stellen desselben einen größern Abstand von der Oberfläche haben, als die höchsten Spitzen der Berge.

Die Farbe des Meers ist im Allgemeinen bläulichgrün. An manchen Stellen, wo das Meer eine nur geringe Tiefe

besitzt, und Stürme den Boden aufwühlen, ist es bei windigem Wetter trübe, wie z. B. im Canal zwischen England und Frankreich. An anderen Orten zeichnet sich aber auch das Meer durch eine erstaunliche Klarheit aus, wie z. B. zwischen Spitzbergen und Island und an den Bahamainseln. Hier kann man bei einer Tiefe von 100 Fuß oft noch ganz deutlich die Fische sehen, welche über dem Meeresboden hinschweben.

Zu gewissen Zeiten leuchtet das Meer des Nachts mit ungewöhnlichem Glanze. Besonders häufig bemerkt man diese Erscheinung nach Windstillen und bei warmem Wetter, sie ist aber von noch verschiedenen anderen Umständen abhängig. Manchmal leuchtet nur das durch den Gang des Schiffs in Bewegung gesetzte Wasser. Das Schiff scheint in einem Lichtkreise dahin zu gleiten und zieht einen langen, glänzenden Streifen nach sich, während man in einiger Entfernung nur das mit Dunkelheit bedeckte Meer erblickt. Bei trocknem Nordwinde bemerkt man das Leuchten am stärksten. Südwinde und feuchte Luft sind demselben nicht günstig. Dann kommt es aber auch vor, daß alle Wellen, welche an feste Körper, z. B. an die Wände des Schiffs oder an Klippen anschlagen, leuchten. Am seltensten bemerkt man das Leuchten des ganzen Spiegels. Diese Erscheinung ist indessen, wie man sich vorstellen kann, die imposanteste von allen.

Ueber die Ursachen des Leuchtens sind nun wieder mancherlei Erklärungen aufgestellt worden, mitunter sehr gesuchte und weit hergeholte. Forster ist der Ansicht, es beruhe auf der Erregung von Elektricität beim Reiben der Wellen an den Schiffswänden und an sich selbst. Es ist nicht zu leugnen, daß die Elektricität das Leuchten ver-

ursachen kann; dies geht wenigstens aus den Versuchen Buffon's hervor. Er goß Meerwasser in ein Gefäß und bewegte ein Stück Holz darin hin und her; jedesmal entstand ein deutlich bemerkbares Leuchten.

Indessen haben aufmerksame Reisende schon vor längerer Zeit die Beobachtung gemacht, daß das Leuchten des Meers in den meisten Fällen der Gegenwart von kleinen, noch nicht näher untersuchten, Thierchen zugeschrieben werden muß, welche sich in unzähliger Menge in ihm aufhalten und wahrscheinlich durch Phosphorescenz, ähnlich wie die Johanniswürmchen, diese Erscheinung hervorrufen. Richter schöpfte in einer Nacht, in der das Leuchten des Meerwassers außerordentlich stark war, ein Glas voll Wasser und filtrirte es durch Löschpapier; auf dem Papiere fanden sich die Thierchen und das filtrirte Wasser hatte die Eigenschaft, zu leuchten, vollständig verloren. Das ausgeschöpfte Wasser glänzt auch noch auf dem Schiffe; nach einiger Zeit hört aber das Leuchten auf, weil dann die Thierchen absterben. Forster sah das ganze Meer in der Nähe des Vorgebirgs der guten Hoffnung im Feuer und selbst die Abgründe desselben, ja alle Fische, die sich im Meere bewegten, schienen mit Licht geschwängert zu sein. Er ließ einen Eimer des leuchtenden Wassers heraufziehen und fand darin eine große Menge kleiner leuchtender Kügelchen, die sich ungemein schnell bewegten. Hatte das Wasser eine Zeitlang ruhig gestanden, so schien die Zahl der leuchtenden Thierchen immer mehr abzunehmen, rührte man es um, so ward es wieder hell. Diese leuchtenden Geschöpfe waren kaum so groß, wie der kleinste Nadelknopf, durchsichtig, gallertartig und braun.

Außer diesen größeren Geschöpfen, welche das Leuch-

ten des Meers verursachen, ist der Ocean noch mit einer unendlichen Menge von mikroskopisch kleinen Thierchen bevölkert, die man Infusorien nennt. Ihre Dimensionen sind so gering, daß 41000 Millionen erst einen Cubikzoll füllen.

Wir wollen hier nicht von den Fischen und Conchilien reden, welche im Meere sich aufhalten; es ist dies Sache der allgemeinen Naturgeschichte. Doch dürfen wir nicht unerwähnt lassen, daß auch große Strecken inmitten des Oceans, weit vom Lande entfernt, mit Pflanzen bedeckt sind. Columbus kam bei seiner ersten Fahrt nach Amerika in ein solches Pflanzengebiet auf dem Meere; so weit das Auge reichte, hatte letzteres das Ansehen einer Wiese. Es ist bekannt, daß dieser Umstand den Matrosen große Besorgnisse einflößte, sie fürchteten, sich nicht mehr aus diesen Gewächsen herausarbeiten zu können.

Eine der interessantesten Pflanzen des Meers ist der Riesentang. Darwin, welchen wir schon mehrmals anführten, verdanken wir eine sehr anziehende Schilderung davon.

»In Terra del Fuego, »sagt er,« giebt es ein Product des Meers, dessen Bedeutung einer besondern Auseinandersetzung werth ist. Es ist der Kelp oder Riesentang. Diese Pflanze wächst auf allen Felsen, im niedrigsten Wasser wie in der größten Tiefe. Ich glaube, während meiner Reise wurde kein Felsen an der Oberfläche des Meers entdeckt, welcher nicht mit diesem schwimmenden Unkraut bedeckt gewesen wäre. Der Stengel ist rund, schleimig und glatt und selten über einen Zoll dick; mehrere zusammen sind stark genug, um das ganze Gewicht der Steinblöcke zu tragen, an denen sie befestigt sind, und einige dieser Steine sind

so schwer, daß sie, an die Oberfläche gezogen, kaum durch eine Person in ein Boot gebracht werden können.

»Cook in seiner zweiten Reise sagt, daß in Kerguelen-Land dieses Kraut von einer außerordentlichen Länge vorkommt, obwohl der Stengel selten dicker als ein Daumen ist. Ich habe erwähnt, daß an manchen Orten, wo es wächst, wir mit dem Senkblei bei einer Tiefe von 24 Faden noch keinen Grund erreichten. Die Wassertiefe muß deshalb noch weit größer sein. Da nun dieses Kraut nicht in gerader Linie in die Höhe wächst, sondern einen sehr spitzen Winkel mit dem Boden macht, und viel davon nach der Hand mehrere Faden weit auf der Oberfläche sich ausbreitet, so glaube ich mit Sicherheit behaupten zu können, daß einige dieser Pflanzen eine Länge von 60 Faden und mehr erreichen.

»Gewiß ist, daß es an den Falklandsinseln und dem Feuerland ausgedehnte Boden giebt, welche von 10 und 15 Faden Tiefe in die Höhe kommen. Ich glaube nicht, daß der Stengel irgend einer Pflanze in der Welt die große Länge von 360 Fuß erreicht, wie von Cook angegeben ist. Ihre geographische Verbreitung ist sehr beträchtlich; es findet sich an den äußersten südlichen Inselchen vom Cap Horn bis zur Breite von 43°; an der Westküste von Chiloe bis 42° Breite kommt es ziemlich häufig vor, wiewohl nicht so üppig. Möglicherweise mag es noch nördlicher vorkommen, aber bald folgen dort verschiedene Arten darauf. Wir haben demnach für sein Vorkommen 15 Grad Breite und nicht weniger als 140 Längengrade.

»Die Anzahl lebendiger Geschöpfe aller Arten, deren Bestehen auf's Engste geknüpft ist an den Kelp, ist wundervoll. Ein dickes Buch könnte mit der Beschreibung der

Bewohner von einer dieser Seewiesen angefüllt werden. Beinahe jedes Blatt, bis auf die, welche an der Oberfläche schwimmen, ist so dick mit Korallinen incrustirt, daß es weiß erscheint. Wir finden ausgesucht feine Bildungen, einige bewohnt von hydraähnlichen Polypen, andere von zusammengesetzten Ascidien. An der ebenen Oberfläche der Blätter finden sich mannigfaltige Muscheln, nackte Mollusken und viele zweischalige Muscheln befestigt. Zahllose Schalthiere halten sich in jedem Theil der Pflanzen auf. Wenn man die großen in einander verwickelten Wurzeln schüttelt, so fällt ein Haufen von kleinen Fischen, Muscheln, Krabben, Seeeiern, Sternfischen und kriechenden Nereiden von mannigfaltigen Formen heraus. Ich kann diese großen Meerwälder der südlichen Halbkugel nur mit den großen Landwäldern unter den Tropen vergleichen. Doch wenn die letzteren in irgend einer Gegend zerstört werden würden, so glaube ich kaum, daß ebensoviele Thiergeschlechter untergehen würden, als unter gleichen Umständen mit dem Kelp. Mitten in dem Laube dieser Gewächse leben zahlreiche Arten von Fischen, welche nirgends anderswo Schutz oder Nahrung zu finden vermöchten. Mit ihrer Zerstörung würden die vielen Seemöven, Taucher und andere von Fischen lebenden Vögel, die Otter, Seekälber und Meerschweine würden ebenfalls bald untergehen, und zuletzt würde der wilde Feuerländer, der Herr dieses elenden Landes, seine cannibalischen Feste verdoppeln müssen, sie würden an Anzahl hierdurch immer abnehmen und zuletzt zu bestehen aufhören.«

Die Ebbe und Fluth.

Das Wasser des Meers ist niemals in vollkommener Ruhe; es erleidet mannigfache Bewegungen, die ohne Zweifel von einer geringen Zahl gemeinschaftlicher Ursachen abhängen; indessen sind diese Ursachen nicht alle vollständig bekannt. Bloß über die Ebbe und Fluth ist man hinlänglich im Klaren, weil man ihre Erscheinungen, die ursprünglich durch die Beobachtung gefunden worden sind, der Rechnung unterwerfen konnte. Die Sonne und der Mond üben auf das Wasser des Meers eine Wirkung aus, in Folge deren dasselbe an einem und demselben Orte in gleichen Zeitintervallen steigt und fällt. Die Erklärung der Ebbe und Fluth gehört mehr der physischen Astronomie als der Geographie an; wir wollen indessen doch einige Andeutungen über diese interessante Erscheinung geben.

Die Anziehungskraft, welche die Körper auf einander ausüben, wechselt mit ihrer Entfernung; der Mond zieht deshalb die verschiedenen Theile der Erdkugel ungleichmäßig an; er wirkt am meisten auf diejenigen ein, welche ihm zunächst sind, am wenigsten dagegen auf diejenigen, welche sich in weiterer Entfernung von ihm befinden. Es werden daher die Punkte auf der Erdoberfläche stärker angezogen

sein, als die im Erdinnern, und diese letzteren wieder mehr als diejenigen, welche auf der dem Mond entgegengesetzten Oberfläche der Erde liegen. Wenn die Erde ganz starr wäre, so könnten ihre Theilchen diesen verschiedenen Einflüssen nicht jedes für sich Folge leisten; sie würden eine gemeinschaftliche Bewegung annehmen und diese letztere wäre wieder das Resultat von allen den Wirkungen, welche der Mond auf jedes einzelne Theilchen äußert. So ist es denn in der That mit der starren Erdkruste der Fall, nicht aber mit der Wassermasse, welche die Oberfläche bedeckt. Jedes Wassertheilchen folgt für sich der Kraft, welche es in Bewegung setzt, und zwar je nach der Stärke dieser Kraft. Daher kommt es denn, daß der flüssige Theil, welcher sich gerade unter dem Mond befindet, diesem Gestirn mehr genähert wird, als der feste Kern. Dieser bleibt also hinter jenem zurück. Die vom Ocean bedeckte Fläche nimmt deshalb die Gestalt eines länglichen Sphäroides an, dessen größerer Durchmesser beinahe gegen den Mond hin gerichtet ist; wir sagen beinahe, weil die flüssigen Theile nicht augenblicklich die Stellungen einnehmen, nach welchen sie in Folge der auf sie wirkenden Kräfte anstreben, und weil die Sonne auf sie einen Einfluß, ähnlich wie der Mond, ausübt. Indessen ist die Richtung, in welcher die Anziehung von Seiten der Sonne erfolgt, eine verschiedene, so daß dieselbe bald mit der des Mondes vereinigt wirkt, bald aber auch in einem ganz oder theilweise entgegengesetzten Sinne stattfindet.

Obgleich die Masse des Mondes viel kleiner als die der Sonne ist, so hängt doch von ihm die Erscheinung der Ebbe und Fluth am meisten ab, und zwar aus dem Grunde, weil er der Erde näher steht. Die Einwirkung des Mondes

ist ungefähr dreimal größer als die der Sonne, und deshalb folgt die Ebbe und Fluth hauptsächlich den Bewegungen des Mondes. Die volle Fluth tritt kurze Zeit nach dem Durchgang des Mondes durch den Meridian eines Orts ein; das Wasser erreicht dann seine größte Höhe. Zu der nämlichen Zeit hat man auch an dem entgegengesetzten Ende des Erddurchmessers Fluth, für den Fall, daß daselbst ein Meer sich befindet. In dem Maße, in welchem der Mond aus dem Meridian tritt und sich von demselben entfernt, sinkt das Wasser wieder, wodurch die Ebbe entsteht; wenn der Mond ein wenig mehr als 90 Grad weiter vom Meridian fortgerückt ist, so hat die Ebbe ihr Ende erreicht. Man sieht daraus, daß das Wasser des Meers zweimal des Tags in dem Intervall, welches zwischen den beiden Durchgängen des Mondes durch den nämlichen Meridian liegt, steigt und fällt; und dies Intervall hängt von der Verbindung der Geschwindigkeiten des Mondes und der Erde in ihren Bahnen ab; die mittlere Dauer beträgt 24 Stunden 50 Minuten 28 Secunden; sie übersteigt ungefähr um dreiviertel einer Stunde die Dauer des Tages; um so viel verspätet sich demnach die Fluth. Der Mond und die Sonne vereinigen ihre volle Wirkung alle Mal, wenn sie in der nämlichen Richtung wirken; die Ebbe und Fluth zur Zeit des Vollmondes und des Neumondes ist demnach beträchtlicher, als in jeder andern Phase des Mondes.

Das sind also die vorzüglichsten Umstände, welche sich bei der ersten Betrachtung der Ursachen der Ebbe und Fluth darbieten; es ist, wie schon bemerkt, die Aufgabe der Mathematik, diese Verhältnisse genauer ausfindig zu machen. La Place hat im zweiten Theil seiner Mécanique

céleste diesen Gegenstand in seiner ganzen Ausdehnung abgehandelt, indem er sich aller Hülfsmittel dabei bediente, welche die Analysis besitzt. Bei der allgemeinen Betrachtung der obschwebenden Frage mußte man vorerst bloß das freie Meer in's Auge fassen und von den Binnenmeeren und denjenigen Theilen des Oceans, welche in Meerengen begriffen sind, absehen; nachdem aber einmal für diese die Theorie entwickelt war, zeigte es sich, daß sie auch für die eben genannten Meereslocalitäten gleiche Geltung besitzt.

Wir haben also gesehen, daß für einen und denselben Ort die Verspätung der Ebbe und Fluth und die Höhenunterschiede zwischen beiden von der wechselseitigen Stellung der Sonne und des Mondes abhängen, aber die Zeit des Eintritts der Fluth wechselt für den nämlichen Tag von einem Ort zum andern; sie erfolgt früher an den Küsten des Meers als im Bett der Flüsse, in welche indessen die Fluth bis auf eine gewisse Distanz eindringt. Letztere ist um so größer, je weiter die Mündung des Flusses und je passender sie für die Fortsetzung der Fluth gelegen ist. In der Seine z. B. ist die Fluth nur bis zu ungefähr 25 Meilen von der Mündung bemerkbar, während man sie im Amazonenstrom noch bis auf 200 Meilen vom Meere wahrnimmt. Uebrigens ist damit keineswegs gesagt, daß im Amazonenstrom die Ebbe und Fluth viel stärker, als in der Seine auftrete. Die höchste Fluth beträgt in ersterem 30, in letzterer 25 Fuß, aber die Wassermassen, welche in die Mündungen der beiden Flüsse sich hineinwälzen, sind sehr verschieden. Die breite Oeffnung des Amazonenstroms bietet den heranstürzenden Meereswellen weit weniger Widerstand dar, als die weit engere Mündung der Seine. In kleinen Flüssen erleidet außerdem das Fluth-

wasser zu viel Reibung an den Uferwänden, seine Geschwindigkeit wird vermindert und zuletzt, bei gleichzeitiger Einwirkung der Stromschnelle, gänzlich aufgehoben. Darin liegt also der Grund, warum wir die Erscheinung der Ebbe und Fluth in den Flüssen nicht bis zu ihren Quellen wahrnehmen.

Die Höhe der Fluth scheint von localen Umständen abzuhängen, deren Einfluß noch nicht vollständig genau ermittelt worden ist; jedenfalls wird sie indessen durch die Gestalt der Buchten, Meerbusen und Meerengen bedingt. Am Eingang des Canals befindet sich der Hafen von St. Malo, dort erhebt sich die Fluth bis zu mehr als 45 Fuß. Im Indischen Meer treffen wir eine Fluthhöhe von nur 3 Fuß, an der Mündung des Senegal von 2½ Fuß, an der Insel Otahaiti von nur einem Fuß. Es ist nicht schwer einzusehen, woher diese verschiedenen Fluthhöhen rühren. Der Canal ist von zwei Seiten eingeschlossen; das Wasser findet hier Widerstand, es thürmt sich auf, während das Indische Meer in einer ungeheuren Breite nach dem Großen Ocean hin geöffnet ist. Die Insel Otahaiti befindet sich bekanntlich inmitten dieses Oceans.

In den Erscheinungen der Ebbe und Fluth kommen viele Unterschiedlichkeiten vor; der Wind, die Lage und Configuration der Länder bewirkt dieselben vorzugsweise. So können unter gewissen Umständen die beiden Fluthen, welche im Laufe eines Tags der Regel nach erfolgen, sich in eine einzige vereinigen, wie man es z. B. im Hafen von Batscha im Golf von Tunquin bemerkt. Inseln und Halbinseln, welche inmitten des Meers liegen, zwingen öfters die Fluthwellen, sich zu zertheilen, sie bringen dadurch Fluthen in entgegengesetzter Richtung hervor; treten diese

nun in einen Canal von der einen und der andern Seite her ein, so heben sie sich auf, indem sie sich begegnen.

Die Fluth tritt nicht genau mit der Culmination des Mondes ein, sondern gemeiniglich einige Stunden später; das Wasser braucht nämlich Zeit, um sich zu erheben und dem Zuge des Mondes zu folgen. An der Mündung der Garonne erfolgt die Fluth drei Stunden, bei Brest viertehalb Stunden, bei Rochefort fünftehalb, bei St. Malo und Plymouth sechs, bei Calais und Dover zwölftehalb, bei Dünkirchen, Ostende und am Ausflusse der Themse zwölf Stunden nach der Culmination des Mondes. Im Großen Ocean tritt die Fluth 2¼, am Vorgebirge der guten Hoffnung 2½, bei Spanien, Frankreich 3 Stunden nach der Culmination des Mondes ein. In großen Flüssen dauert es oft mehrere Tage, bis die Fluth oberhalb der Mündung bemerkbar wird. So braucht sie, um in der Themse bis nach London zu kommen, drei Stunden, in der Elbe, um nach Hamburg zu gelangen, sechs Stunden Zeit, so daß am Ausflusse der Elbe schon wieder Ebbe ist, wenn man bei Hamburg Fluth hat.

Es ist bereits früher bemerkt worden, daß die Höhe der Fluth und die Tiefe der Ebbe von der gegenseitigen Stellung des Mondes und der Sonne abhängen; befinden sich beide in Opposition oder in Conjunction, so hat man Springfluthen, im Gegensatz zu den Nippfluthen, welche in den beiden Mondsvierteln stattfinden. Zur Zeit von Mond- und Sonnenfinsternissen erreicht die Fluth eine sehr bedeutende Höhe und das Nämliche findet in den Aequinoctien statt, in denen die sogenannten Sturmfluthen sich erzeugen. — Der Unterschied von Spring- und Nippfluthen beträgt an der Küste von Frankreich elf Fuß.

Die Binnenmeere oder vom Lande ringsum eingeschlossene Buchten haben gar keine oder doch nur unbeträchtliche Fluth. Im Mittelländischen Meer erreicht die Fluth kaum eine Höhe von einem Fuß, in der Ostsee, im Schwarzen Meer von nur einigen Zollen. Der Baikalsee, dessen Ausdehnung bei unbeträchtlicher Breite 80 Meilen in die Länge hat, genießt indessen einer, wenn auch nicht ganz regelmäßigen Fluth.

Die Kenntniß des Eintritts der Ebbe und Fluth ist für die Seefahrer von der allergrößten Wichtigkeit, weil sie oft nur von der Fluth begünstigt in manche Hafen ihre Schiffe einzubringen im Stande sind. Man hat deshalb die Eintrittszeit genau vorausberechnet und Tafeln hierfür angefertigt. In letzteren ist die Hafenzeit verzeichnet, d. i. also für jeden Hafen der Zeitpunkt, wann die Fluth in ihm ankommt.

Von den Meeresströmungen.

Außer den periodischen Bewegungen des Meers, welche unter dem Einfluß des Mondes und der Sonne als Ebbe und Fluth auftreten, giebt es noch eine große Zahl von Veränderungen in dem Stande des Meerwassers, die sich nur über einzelne Theile des Meers erstrecken. Einige dieser Meeresströmungen halten immer genau die nämliche Richtung ein, andere wechseln in verschiedenen Zeiträumen, noch andere sind rein zufälliger Art.

Wenn die Seefahrer den Großen oder den Atlantischen Ocean von Ost nach West hin in der heißen Zone durchschiffen, so finden sie mittelst astronomischer Beobachtungen, daß sie einen größern Weg zurücklegen als derjenige ist, den sie unter dem alleinigen Einfluß des Windes zurücklegen konnten. Sie bemerken bald, daß die Ursache davon ein Strom ist, welcher, mitten im Ocean, in der Richtung von Ost nach West hin sich bewegt.

Durch die in den Tropen fast senkrecht auffallende Sonne wird das Meerwasser zwischen den Wendekreisen und am meisten in der Nähe des Aequators bedeutend erwärmt; es nimmt einen größern Raum ein, und würde nun nach den Polen hin abfließen, wenn ihm nicht

die sogenannten Passatwinde, von welchen später die Rede sein wird, eine Geschwindigkeit in der Richtung von Ost nach West mittheilten, indem diese Winde innerhalb der Wendekreise in der nämlichen Richtung wehen.

Im Atlantischen Ocean werden die Wasser nach Brasilien hingedrängt, ein Theil von ihnen tritt in das Caraïbische Meer und dann in den Golf von Mexico ein, verfolgt die Küsten dieses Meerbusens und windet sich wie ein Strom durch den Canal von Bahama um die Südspitze von Florida herum. Dieser Strom setzt sich nun weiter an der Ostküste von Nordamerika in einer Breite von fünf bis sechs Meilen fort. Ungefähr im 36sten Grad nördlicher Breite verläßt er die Küste von Amerika und wendet sich in einigem Abstand von Neufoundland nordöstlich; hier läßt seine Geschwindigkeit bedeutend nach, gleichzeitig breitet er sich, wie ein Fluß an seiner Mündung, aus. Indessen ist bei Neufoundland seine Temperatur immer noch höher als diejenige des ihn umgebenden Meers; schon Franz Drake fand eine Differenz von ungefähr sieben Graden. Aus dem warmen Wasser dieses Stromes steigen Dünste auf; sobald diese nun über das kältere Meerwasser durch den Wind geführt werden, verdichten sie sich zu Nebeln. Daher kommt es denn, daß die Bank von Neufoundland das ganze Jahr über in einen dichten Nebel eingehüllt ist.

Die eben erwähnte Strömung führt den Namen Golf-Strom; sie nimmt diese Benennung im Golf von Mexico an. Die mittlere Geschwindigkeit der Strömung beträgt in der Nähe des Aequators eine halbe Meile in der Stunde; dabei besitzt das Wasser an dieser Stelle eine Temperatur von 28 Centesimalgraden. Vor dem Eintritt in das Caraïbische Meer nimmt die Geschwindigkeit des Golfsstroms

und zugleich seine Temperatur zu; erstere beträgt nun fast eine Meile in der Stunde; letztere steigt bis auf 29 Grad. Im Mexicanischen Meerbusen hat die Geschwindigkeit schon abgenommen, während die Temperatur immer noch und zwar bis auf 32 Grad steigt. An der Halbinsel Florida beträgt die Geschwindigkeit noch dreiviertel Meilen in einer Stunde. An der Stelle, wo der Golfstrom die Küste von Nordamerika verläßt, besitzt er eine Wärme von 24 — 25 Graden. Seine Breite beträgt an der Bank von Neufoundland an 80 Seemeilen.

Von hier aus geht nun der Strom einestheils nach den Azoren, anderntheils nach Europa, Island und Spitzbergen hinüber und bespült insbesondere die Küsten von Irland und Norwegen. Dorthin bringt er die Erzeugnisse der heißen Zone, nämlich Früchte und Baumstämme, welche durch die in das Gebiet des Golfstroms mündenden Flüsse aus dem Lande fortgeführt werden. So werden Pflanzen aus den Aequinoctialgegenden des neuen Continents nach dem alten Continent übergesiedelt. Das Wrack eines englischen Schiffes, welches in der Nähe von Jamaika verbrannte, wurde auf den Küsten von Schottland gefunden. — In den Jahren 1682 und 1684 trieben Kähne mit Eskimos, die von Stürmen verschlagen worden waren, an die Orkadischen Inseln an. Island erhält durch den Golfstrom eine große Menge von Treibholz.

Den Schiffen dient dieser Strom zur Beschleunigung ihrer Reise. Wenn sie von Europa aus nach Amerika fahren, so suchen sie in das Gebiet dieses Stroms zu gelangen, indem sie erst südlich steuern und sich dann wieder von dem Golfstrom nordwärts weitertreiben lassen. Auch die höhere Temperatur des Golfstroms giebt ein Mit-

tel zur Bestimmung der Lage, in welcher ein Schiff sich befindet, ab.

Es wurde vorhin angeführt, daß der Golfstrom aus der großen Aequatorialströmung seinen Ursprung nimmt. Diese theilt sich an der Küste von Brasilien in zwei Arme; den nördlich gehenden haben wir soeben betrachtet, es bleibt uns nun noch übrig, von dem andern Arm zu reden. Dieser nimmt, indem er die Küsten von Brasilien begleitet, eine fast südliche, an der Mündung des Rio de la Plata dagegen eine südöstliche Richtung an.

Durch die beiden Strömungen, welche ursprünglich vom Aequator ausgehen, wird aber begreiflicher Weise die Wassermenge zwischen den Wendekreisen vermindert; es findet ja beständig ein Abfluß nach Norden und Süden hin statt. In Folge dieses Umstandes tritt eine Störung des Gleichgewichts ein, welches nach den Gesetzen der Schwere wiederhergestellt werden muß.

Der Wiederersatz des abfließenden Wassers wird zuerst durch untermeerische Ströme, welche von den Polen nach dem Aequator hin ziehen, bewirkt.

Aber auch an der Oberfläche des Meers sind Strömungen wahrzunehmen, welche kaltes Wasser aus den Polargegenden nach niederen Breiten führen.

Ein solcher Strom ist derjenige, welcher unter dem Namen Labradorstrom bekannt ist. Er nimmt seinen Ursprung bei Spitzbergen, geht sodann zwischen Island und Grönland hindurch, wo ihm ein anderer Strom entgegenkommt, der aus der Hudsonsbai und der Baffinsbai nach Süden vordringt. Diese beiden Ströme kalten Wassers vereinigen sich nun und keilen sich in ihrer Fortsetzung zwischen dem Golfstrom und dem Nordamerikanischen Con=

tinent ein. Der kalte Polarstrom läßt sich bis in die Breite von 36° noch bemerken. Er führt große Massen von Eis mit sich und erniedrigt dadurch die Temperatur an der Ostküste von Nordamerika in auffallendem Maße.

Auch von Süden her kommt ein Strom kalten Wassers, um die Leere am Aequator auszufüllen. Dieser Strom windet sich um das Cap Horn herum, vereinigt sich mit Strömungen, die in der Richtung des Südpols ihren Ursprung haben, und begegnet dem warmen Brasilianischen Strom in der Gegend, wo der Rio de la Plata in das Meer ausmündet.

Der warme Aequatorialstrom, aus welchem der Golfstrom, sowie der Brasilianische Strom ihren Ursprung nehmen, beginnt schon in der Nähe der Afrikanischen Küste; hier wird also zuerst die Wasserleere sich einstellen. Aber auch an dieser Stelle finden wir einen Zufluß von kälterm Wasser und zwar wieder von zwei Seiten her. Ein nördlicher Strom erzeugt sich im offenen Atlantischen Ocean, passirt die Canarischen Inseln und ergießt sich an der Küste von Guinea in den Aequatorialstrom; er führt deshalb auch die Benennung: Guineastrom.

Der andere kalte Strom kommt vom Cap der guten Hoffnung. Eigentlich rührt diese Strömung aus dem Indischen Meere her, sie wird durch den Passatwind nach der Ostafrikanischen Küste hingetrieben und geht zwischen Madagaskar und dem Festlande hindurch.

Der Guineastrom steht mit dem Golfstrom in so fern in Verbindung, als die an die Küsten Europa's anschlagenden Wasser desselben wieder südlich getrieben werden, wodurch sie in den Guineastrom hineingerathen. Es ist schon hieraus ersichtlich, daß der Guineastrom keine so ganz niedrige Temperatur besitzen kann, ja oftmals ist seine

Wärme noch höher als die des eigentlichen Aequatorialstroms. Drei Jahre verfließen, bis auf dem eben angegebenen Kreislaufe ein Tropfen Wassers wieder an die nämliche Stelle im Aequatorialstrom gelangt ist.

Aber nicht bloß im Atlantischen, auch im Großen Ocean findet eine Aequatorialströmung statt. Auch sie hat die Richtung von Ost nach West und dringt bis nach Neuholland, ja vielleicht bis nach Afrika und nördlich nach der Küste von China vor.

Die Wasserleere, welche im Großen Ocean durch diese Strömung hervorgerufen wird, ersetzen wieder zwei Kaltwasserströme, von denen der eine aus Süden, der andere aus Norden nach dem Aequator sich begeben.

Die südliche Strömung ist unter dem Namen Perustrom bekannt. Er beginnt schon im südlichen Eismeer; am Cap Horn spaltet er sich in zwei Arme; den einen haben wir schon kennen gelernt; es ist derjenige, welcher sich der Brasilianischen Strömung entgegenstellt. Der andere Arm wendet sich bei Chiloe gegen die Westküste von Südamerika, fließt an der Küste von Chili und Peru lange Zeit hin, nimmt dann nach dem Aequator zu eine westliche Richtung an und ergießt sich hierauf in den Aequatorialstrom, indem er sich mit den Wassern desselben vermischt. Dieser Strom ist, wie der Labradorstrom, durch die niedrige Temperatur seines Wassers ausgezeichnet; Orte in der Nähe dieses Stroms haben unter 12 Grad südlicher Breite nur 20°, während an der Ostküste von Südamerika unter gleicher Breite die mitlere Wärme 23° ist. Der Unterschied in der Temperatur des Stroms und des außerhalb desselben befindlichen Wassers beträgt im November 13°. Dies ist gewiß sehr bedeutend. Natürlich nimmt aber die Wärme

des Perustroms um so mehr zu, je weiter derselbe nach dem Aequator vordringt.

Der nördliche kalte Strom ist der Californische, auch der Mexicanische genannt. Er läuft an den Küsten derjenigen Länder her, von welchen er den Namen führt. Wenn auch der Californische Strom keinen so bedeutenden Umfang wie der Perustrom besitzt, so ist er nichtsdestoweniger für das Klima der Westküste Nordamerika's von der größten Bedeutung, wie wir alsbald sehen werden.

Die so eben betrachteten sind die hauptsächlichsten Strömungen im Weltmeer. Außer diesen giebt es aber auch Strömungen von untergeordneter Bedeutung — eine solche ist z. B. diejenige, welche vom Atlantischen Ocean nach dem Mittelländischen Meer hin stattfindet. Die Wasser des Oceans treten durch die Straße von Gibraltar in das Mittelländische Meer ein; sie verfolgen auf der einen Seite die Küste von Afrika und dringen bis in den Golf von Venedig; der Strom hat daselbst die Breite von einer Meile; seine Geschwindigkeit ist indessen, verglichen mit derjenigen des Golfstroms, gering, sie beträgt nur eine Meile in vierundzwanzig Stunden. Von hier aus läuft der Strom fortwährend an den Küsten Europa's fort; er kommt bis in den Busen von Genua und noch weiter.

Aber nicht allein aus dem Atlantischen Ocean tritt das Meerwasser in das Mittelländische Meer ein, auch aus dem Schwarzen Meer findet eine Strömung statt. Im Canal von Constantinopel bemerkt man fortwährend eine Strömung von Norden nach Süden, längs der Nordwestküste hin.

Fragen wir nun nach der Ursache dieser beiden Strö-

mungen, so ergiebt sich diese durch folgende einfache Betrachtung. Das Mittelländische Meer nimmt verhältnißmäßig wenige und auch nur unbedeutende Flüsse auf, dagegen ist die Verdunstung an seiner Oberfläche, hervorgerufen durch die aus Afrika kommenden heißen Winde, überaus stark, wie auch sein hoher Salzgehalt beweist. Durch die Verdunstung wird aber der Spiegel des Mittelmeers unter denjenigen des Atlantischen Oceans und des Schwarzen Meers fortwährend erniedrigt. Nach den Gesetzen des Gleichgewichts, die in der Natur im Großen wie im Kleinen gelten, muß deshalb das Wasser aus dem Atlantischen Ocean und dem Schwarzen Meer nach dem Mittelmeer hinströmen. Der Ocean hat begreiflicher Weise keinen Wassermangel, allein auch von dem Schwarzen Meer kann man dies nicht sagen; dieses nimmt ja bekanntlich die großen Ströme Donau, Dniestr, Dniepr und Don in sich auf, deren Wasser es, zufolge seines geringen Umfangs, kaum fassen kann.

Man braucht nur einen Fluß zur Zeit seines höchsten Wasserstandes mit einiger Aufmerksamkeit zu betrachten, um sich einen Begriff von den zufälligen Strömungen machen zu können, welche im Ocean und seinen Buchten stattfinden. Besonders solche Flüsse, deren Bett durch Inseln oder Felsen gespalten ist, sind zu dieser Betrachtung sehr geeignet. Wenn der Wind die Oberfläche des Wassers in Bewegung setzt, so sieht man Strömungen in entgegengesetzter Richtung entstehen, welche kommen und verschwinden. Die Anschwellungen und Senkungen des Wassers, welche hie und da sich zeigen, vereinigen sich an manchen Stellen; sie drängen das Wasser nach gewissen Stellen hin; es entsteht eine wirbelnde Bewegung. Treten Hindernisse diesen Wir-

beln in den Weg, so vertheilen sie sich und lassen einen leeren Raum, den die nachstürzenden Wellen einnehmen. Alle diese Erscheinungen hängen vorzüglich von der Gestalt des Ufers und des Flußbetts ab.

Wenn man die eben angegebenen Verhältnisse, unter welchen locale Meeresströmungen von untergeordneter Bedeutung, sowie Wirbel entstehen können, in das Auge faßt, so findet man es begreiflich, daß die Archipele im Südosten von Asien, mit ihren vielen Meerengen, Buchten und Canälen der Schauplatz großartiger Bewegungen des Meerwassers sein müssen. Wir wollen uns nicht dabei aufhalten, hier allzuviel in das Detail einzugehen, und nur zwei solche Wirbel aufführen, die schon von Alters her bekannt sind, nämlich die Scylla und Charybdis und den Mahlstrom.

In der Straße von Messina, zwischen Italien und Sicilien, finden sich die berühmten Strudel der Scylla und Charybdis. Die Fluth ist im Mittelländischen Meer beinahe unmerklich, indessen erzeugt sie doch, verbunden mit den Strömungen aus dem Atlantischen Ocean und dem Schwarzen Meer, bedeutende Wasseranschwellungen, die sich da, wo ihnen Hindernisse im Wege stehen, aufthürmen. Die Scylla ist ein Felsen an dem nördlichen Eingang der Straße; er liegt an der Italischen Küste. Dieser Felsen enthält an seinem Fuße Höhlungen; wenn nun das Wasser in diese hineinstürzt, so entsteht ein Geräusch, welches den unkundigen Schiffer mehr schreckt, als der Wirbel selbst, der nach den Berichten der Reisenden gar nicht mehr diejenige Gefährlichkeit besitzt, welche ihm die Alten zuschrieben.

Die Charybdis liegt weiter südlich auf der Seite von Sicilien und etwa 750 Schritte von Messina; heutigen

Tages wird sie Calofaro genannt. Die Tiefe des Meers beträgt an dieser Stelle nur ungefähr 500 Fuß, während das Meer inmitten der Straße ungefähr doppelt so tief ist. Zur Zeit einer Windstille hat der Calofaro nicht mehr als 100 Schritt im Umfang; aber wenn der Wind heftig weht und die Wasserströmung von zwei Seiten her kommt, dann entstehen Wirbel, die eine viel größere Fläche einnehmen; es bilden sich drei, vier und oft noch mehr Wirbel zu gleicher Zeit. Indessen legt man auch diesem Wirbel kaum einige Bedeutung bei, die größeren Schiffe ignoriren ihn vollständig und die Messinesischen Fischer machen sich sogar ein Vergnügen daraus, mit ihren leichtgebauten Kähnen mitten durch den stärksten Strudel hindurchzufahren. Es scheint daher, daß entweder die Alten eine übertriebene Furcht vor Scylla und Charybdis besaßen, oder daß die Gefährlichkeit dieser Wirbel im Laufe der Zeiten nachgelassen hat.

Der Mahlstrom ist ein Strudel in den Canälen zwischen den Inseln Loffoden an der Norwegischen Küste. Man erzählte sich früher, er zöge schwimmende Körper aus großer Entfernung mit Gewalt zu sich heran, selbst Schiffe könnten ihm nicht widerstehen, nach einigen Stunden erschienen sie, zerschmettert an den im Grunde des Mahlstroms befindlichen Felsen, wieder auf der Oberfläche des Wassers. Daher soll denn auch der Name Mahlstrom — von zermahlen, zermalmen — herrühren. Seit aber die Schifffahrt mehr vervollkommnet worden ist, hat das Wunder sehr an seinem frühern Glanze verloren. Man weiß jetzt, daß die Strudel des Mahlstroms mit der allgemeinen Meeresfluth zusammenhängen; sie erscheinen nämlich von sechs zu sechs Stunden und treten am stärksten zur Zeit der Fluth,

am schwächsten zur Zeit der Ebbe auf. Die Tiefe des Meers ist am Mahlstrom gering; sie beträgt nicht mehr als etwa 100 Fuß. Der Wirbel selbst hat nur ungefähr zwölf Fuß Tiefe. Er ist eben so ungefährlich, wie die Scylla und Charybdis. Richter sah mehrmals Norwegische Küstenfahrer mitten durch den Strudel hindurchsegeln. Aber auch der Mahlstrom soll von einem fürchterlichen Geräusche begleitet sein, und dieses mag denn auch häufig die Furcht vor ihm hervorgerufen haben.

Wenn das Meer recht in Bewegung ist, so daß Wellen auf Wellen sich thürmen, so verändert das Wasser merkwürdiger Weise seinen Ort doch nicht so bedeutend, als man wohl anzunehmen geneigt ist. Man kann dies leicht an stehenden Wassern beobachten. Läßt man in ein solches einen Stein fallen, so reißt dieser das Wasser hinter sich her; es entsteht eine Vertiefung, diese wird wieder von dem in der Umgebung befindlichen Wasser ausgefüllt. So entsteht Welle auf Welle, die sich alle ringförmig um die erste Vertiefung erzeugen. Wirft man nun einen leichten Körper, z. B. Stückchen Papier auf diese Wellchen, so bemerkt man, daß dieselben sich in horizontaler Richtung kaum vom Platze bewegen; sie werden wohl von den Wellen abwechselnd gehoben, aber sie rücken nicht von ihrer Stelle fort. Die Wellen sind es nicht, durch welche die Schiffe auf dem Meere oft so weit von dem Orte ihrer Bestimmung verschlagen werden, sondern die heftigen Winde, von denen die Stürme begleitet sind.

In Meerengen und in Buchten sind die Wellen immer viel stärker als in der offenen See. Hebt hier der Wind das Wasser in die Höhe, so kann es auf der andern

Seite ungehindert abfließen; an den Küsten wird es aber aufgehalten; es schwillt an und steigt in die Höhe. Deshalb sind auch z. B. Meerengen so gefährlich für die Schiffer zur Zeit der Stürme, abgesehen davon, daß auch die Gefahr des Scheiterns in der Nähe der Küsten größer als im freien Meere ist.

Von der Atmosphäre.

Der Raum zunächst über der Erdoberfläche ist kein freier, leerer, sondern mit einem durchsichtigen Körper erfüllt, den man Luft, Atmosphäre (von ἀτμός und σφαῖρα), zu deutsch Dunstkugel nennt. Schon vor längerer Zeit hatte man sich von der Anwesenheit dieses Körpers überzeugt, man hatte gefunden, daß er Schwere besitzt, ohne daß man über seine eigentliche Natur im Klaren war.

Toricelli wies den Druck und somit auch die Schwere der Luft mittelst eines Instruments nach, welches man gegenwärtig fast in jedem Hause findet und zu Wetterbeobachtungen benutzt — wir meinen das Barometer, den Luftschweremesser, wie die Benennung dieses Instruments sagt. Wenn man eine Röhre von etwa 30 Par. Zoll Länge mit Quecksilber füllt und sie dann umkehrt und in ein Gefäß mit Quecksilber eintaucht, so wird man finden, daß das Quecksilber aus der Röhre nicht ganz in das mit Quecksilber gefüllte Gefäß hinabsinkt; es behält eine, innerhalb gewisser Grenzen constante Höhe von 28 Zoll, vorausgesetzt, daß man den Versuch an einem Orte unternimmt, der im Niveau des Meers liegt. Woher kommt es nun, daß das Quecksilber die Röhre nicht vollständig ver=

läßt? Dies rührt offenbar nur daher, weil es durch einen Gegendruck daran gehindert wird, und diesen kann nichts Anderes als die Luft ausüben.

Aus diesem Versuch können wir nun auch das Gewicht der Atmosphäre leicht berechnen. Eine Luftsäule, deren Grundfläche so groß wie der Querschnitt der Quecksilberröhre ist, wiegt in ihrer ganzen Ausdehnung bis an die oberste Grenze der Atmosphäre gerade so viel, wie eine Quecksilbersäule von 28 Zoll Höhe.

Wenn man das Barometer auf einen Berg trägt, so lastet auf dem Quecksilberspiegel, in welchen die Röhre eintaucht, eine viel kleinere Luftsäule, als im Thal oder an der Küste des Meers, mithin auch ein kleinerer Druck; daraus geht dann mit Nothwendigkeit hervor, daß das Quecksilber in der Röhre fallen muß, je mehr man sich mit dem Instrumente über das Niveau des Meers erhebt.

Während das Barometer an der Küste des Großen Oceans eine Höhe von 28 Zoll behauptet, sinkt es, auf den Chimborazo gebracht, auf 14 Zoll herunter.

Wir verdanken dem scharfsinnigen Pascal den Gedanken, das Barometer zu Höhenmessungen zu benutzen. Wenn nämlich irgend ein mathematischer Zusammenhang zwischen dem Fallen der Quecksilbersäule und der Erhebung über die Meeresfläche besteht, so muß sich daraus die Höhe eines Punkts über dem Meere berechnen lassen.

Die Rechnung würde offenbar sehr einfach ausfallen, wenn das Fallen des Quecksilbers im Barometer der Erhebung über das Meeresniveau proportional wäre. Dies ist indessen nicht der Fall, weil die Luft nach oben hin nicht gleichmäßig dünner wird. Die Mathematiker drücken dieses Verhältniß aus, indem sie sagen, die Dichte der

Luft nehme in geometrischem Verhältniß ab, während die Höhenunterschiede in arithmetischem Verhältniß zunehmen.

Folgende Zusammenstellung zeigt uns die Abnahme der Dichtigkeit.

Erhebung über die Meeresfläche.	Dichtigkeit der Luft.
0 Meilen	1,0000000
1 »	0,4038479
2 »	0,1634093
3 »	0,0662810
4 »	0,0269370
5 »	0,0109695
6 »	0,0044766
7 »	0,0018306
8 »	0,0007501
9 »	0,0003080
10 »	0,0001267

Wir wollen uns nicht darauf einlassen, hier die mathematischen Formeln zu entwickeln, nach welchen die Höhe eines Punkts über einem andern oder über der Meeresfläche bestimmt wird. Wir beschränken uns darauf, die Wichtigkeit des Barometers zu Höhenmessungen hervorgehoben zu haben.

Uebrigens beobachtet dieses Instrument auch für einen und denselben Ort nicht immer den nämlichen Stand. Die Feuchtigkeit der Luft ist es ganz besonders, welche das Quecksilber um seinen mittlern Stand schwanken macht. Der in der Luft aufgelöste unsichtbare Wasserdampf ist nämlich leichter als die Luft; ist nun die Luft reichlich mit Feuchtigkeit von der angegebenen Beschaffenheit beladen, so kann sie keinen so starken Druck auf das Quecksilber im Barometer ausüben, es wird demnach sinken. Dar-

auf beruht denn also der Gebrauch des Barometers zur Vorausbestimmung der Witterung. Beginnt es zu sinken, so deutet diese Erscheinung an, daß die Luft viele Feuchtigkeit enthält, und es ist dann wahrscheinlich, daß ein Niederschlag derselben als Regen, Schnee u. s. w. erfolgen wird.

Die in der Luft aufgelöste Feuchtigkeitsmenge hängt von dem Stande der Sonne ab; die Wärme der Sonne dehnt die Luft aus und macht sie leichter. Diese beiden Ursachen bewirken die täglichen Schwankungen des Barometers.

Langjährige Beobachtungen an verschiedenen Orten haben ergeben, daß in unseren Breiten das Barometer vom Nachmittag an sinkt und zwischen drei und fünf Uhr seinen niedrigsten Stand erreicht, daß es hierauf wieder steigt und seinen höchsten Stand gegen neun und elf Uhr des Abends einnimmt; zum zweiten Mal erfolgt dann ein niedrigster Stand um vier Uhr und ein höchster Stand um neun Uhr Vormittags.

Im Winter herrscht im Durchschnitt ein höherer Barometerstand, weil zu dieser Jahreszeit die Luft kälter und somit auch schwerer als im Sommer ist. Doch übt auch die größere Menge von Wasserdampf, welche die Luft im Sommer enthält, einen bedeutenden Einfluß auf den niedrigern Stand in dieser Jahreszeit aus.

Auf hohen Bergen sind die Schwankungen des Barometers viel geringer als in der Ebene.

Am Aequator ist der mittlere Barometerstand geringer als zwischen dem 30—40sten Grad der Breite; von da an nimmt er wieder ab und erreicht zwischen dem 60—70sten Grad seinen kleinsten Werth.

Wir haben schon früher bemerkt, daß die Luft ein durchsichtiger, schwerer Körper ist; es wirft sich jetzt die Frage auf, woraus denn die Luft bestehe?

Gegen Ende des verflossenen Jahrhunderts entdeckte man, daß die Luft vorherrschend aus zwei Gasen zusammengesetzt sei. Diese beiden Gase sind nichts Anderes, als Dämpfe einer Flüssigkeit, welche man übrigens und zwar aus dem Grunde nicht kennt, weil es bis jetzt noch nicht gelungen ist, durch Kälte oder Druck diese Dämpfe zu verdichten.

Das eine der beiden Gase hat den Namen Sauerstoff erhalten, das andere wird Stickstoff genannt. Denkt man sich ein Luftquantum von 100 Raumtheilen, z. B. 100 Maßen, Kannen u. s. w., so werden 21 Raumtheile von dem Sauerstoffgas eingenommen, die übrigen 79 Raumtheile füllt der Stickstoff aus.

Das Sauerstoffgas ist durch seine Fähigkeit, sich mit allen übrigen einfachen Stoffe, in welchen die auf der Erde befindlichen Körper zerlegt werden können, zu verbinden, ausgezeichnet. Es bewirkt die Verbrennung des Holzes, des Wachses und Stearins in den Kerzen, des Oels in den Lampen, ferner das Rosten des Eisens. Alle diese Erscheinungen beruhen lediglich darauf, daß der Sauerstoff mit den Bestandtheilen des Holzes, Wachses, Stearins, Oeles und mit dem Eisen Verbindungen eingeht.

Auch der Athmungsproceß wird durch das Sauerstoffgas unterhalten. In unsrem Blute befinden sich Kohlenstoff- und Wasserstoffverbindungen, die von dem Sauerstoff, wie man sich in der chemischen Sprache ausdrückt, in Angriff genommen werden; es entwickelt sich dabei, gerade wie bei der Verbrennung, Wärme. Daher kommt es denn, daß

unser Körper immer höher, als die ihn umgebende Luft temperirt ist.

Der Stickstoff ist zur Verbrennung und zum Athmen untauglich. Nichts desto weniger spielt er im Haushalt der Natur eine sehr wichtige Rolle. Denn wenn die Luft aus lauter Sauerstoffgas bestände, so würde unser Körper in kurzer Zeit von demselben aufgezehrt sein, das Holz und die Steinkohlen in den Oefen würden überaus rasch verbrennen, das Eisen würde sich schnell mit Rost bedecken u. s. w.

Trotzdem, daß der Sauerstoff der Luft durch den Athmungs- und Verbrennungsproceß in einem fort absorbirt wird, finden wir durch chemische Untersuchungen doch niemals eine Abnahme desselben in der Luft, d. h. die Atmosphäre zeigt zu allen Zeiten und an allen Orten den nämlichen Sauerstoffgehalt. Selbst an solchen Localitäten, wo sehr viele Menschen dicht an einander gedrängt sich aufhalten, wie in Theatern, hat man keine merkliche Verringerung des Sauerstoffs wahrgenommen.

Es ist ganz gewiß, daß der verzehrte Sauerstoff in diesen Fällen durch den Luftwechsel wieder ersetzt wird. Die Luft ist ein überaus beweglicher Körper, sie begiebt sich schnell von einem Orte zum andern, sie dringt durch die feinsten Ritzen und Spalten unserer Thüren und Fenster ein.

Uebrigens müßte doch endlich aller Sauerstoff der Luft verschwinden, wenn nicht irgend eine Ursache seine Wiedererzeugung bewirkte.

Wir haben vorhin schon angegeben, daß der Sauerstoff sich mit dem Kohlenstoff und Wasserstoff des Blutes verbinde. Von dem Kohlenstoff wird man sich leicht eine Vorstellung machen können, wenn wir bemerken, daß di.

gewöhnliche Holzkohle zum größten Theil aus ihm besteht. Der Wasserstoff ist das Gas, welches sich in unseren Zündmaschinen entwickelt und in denselben zur Erzeugung einer Flamme dient. Wenn nun der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff sich verbindet, so entsteht ein Gas, welches, in Wasser gelöst, einen sauren Geschmack besitzt, die sogenannte Kohlensäure; der Wasserstoff verbrennt mit Sauerstoff zu Wasser.

Sowohl die Kohlensäure als der Wasserdampf dienen den Pflanzen zur Nahrung. Beide werden durch die Wurzeln, aber auch mittelst der Blätter aufgenommen. Dabei findet im Sonnenlichte eine Zersetzung statt. Die Pflanzen zerlegen die Kohlensäure in Kohlenstoff, welchen sie behalten, und in Sauerstoff, welcher ausgeschieden wird und in die Atmosphäre übergeht. So dienen also die Pflanzen dazu, um die Luft stets mit dem nöthigen Sauerstoff zu versehen, sie sind es, welche der Atmosphäre einen constanten Sauerstoffgehalt sichern.

Wenn aber die Pflanzen Kohlensäure zu ihrer Nahrung bedürfen, so müssen wir auch annehmen, daß dieselbe überall, wo Pflanzen vegetiren, vorhanden sei. Die Erfahrung und Beobachtung bestätigt diese Voraussetzung. An allen Orten der Erde hat man, und zwar zu allen Jahres- und Tageszeiten, Kohlensäure in der Luft wahrgenommen, und selbst auf den höchsten Bergen ist die Luft nicht frei davon. Diese Erscheinung muß uns um so mehr Wunder nehmen, als die Kohlensäure schwerer wie die Luft ist. Allein die Gase besitzen die Eigenschaft, sich unter einander zu vertheilen, sie durchdringen sich wechselseitig; das leichtere mischt sich mit dem schwereren, so daß in einem gewissen Raum an jeder Stelle beide Gase sich befinden.

Die Menge der Kohlensäure in der Luft ist, verglichen mit dem Sauerstoffgehalt derselben, nicht sehr bedeutend. Man rechnet, daß im Mittel in 10000 Raumtheilen Luft 5 Raumtheile Kohlensäure enthalten sind. Doch ist dieses Verhältniß mancherlei Schwankungen unterworfen, deren Ursachen noch nicht alle aufgefunden worden sind.

Bei Tag enthält die Luft weniger Kohlensäure als bei Nacht. Diese Differenz rührt möglicherweise davon her, weil die Pflanzen des Nachts die Kohlensäure in ihrem Organismus nicht verwenden können, vielmehr dieselbe, wenn sie auch mit dem Wasser durch die Wurzeln aufgenommen worden ist, doch durch die Blätter wieder von sich geben.

Auch bei schwachem Winde soll der Kohlensäuregehalt der Luft geringer als bei starkem Winde sein. Ueber großen Seen und über dem Meere enthält die Luft weniger Kohlensäure als über dem Lande. Das rührt daher, weil das Wasser dieses Gas begierig aufnimmt. Die Säuerlinge oder Sauerwasser (z. B. das Selterser) sind nichts Anderes, als Lösungen von Kohlensäure in Wasser.

Auch auf hohen Bergen, z. B. auf dem Mont=Blanc, wurde Kohlensäure gefunden, ja es ergaben die Beobachtungen des Schweizer Gelehrten Saussure manchmal einen größeren Kohlensäuregehalt auf Bergen, als in der Ebene.

Berechnet man nun, wie viel Kohlensäure überhaupt in der Atmosphäre aufgespeichert ist, so findet man 3863 Cubikmeilen. Diese Quantität ist denn doch wohl hinreichend, um die Pflanzen vollständig zu unterhalten.

In der Atmosphäre hat man noch ein anderes Gas entdeckt, welches gleichfalls wegen seines Einflusses auf die

Vegetation von sehr großer Wichtigkeit ist. Dieses Gas ist das Ammoniak, eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff. Das Ammoniak erzeugt sich überall da, wo Reste von Pflanzen oder Thieren in Verwesung begriffen sind. Es besitzt einen unangenehmen durchdringenden Geruch. Im thierischen Dünger ist es in großer Menge enthalten und entwickelt sich aus demselben fortwährend. Die Wirkung, welche der Dünger auf die Vegetation äußert, beruht vorzüglich auf seinem Ammoniakgehalt. Das Ammoniak liefert den Pflanzen den Stickstoff; ohne diesen würden sie nicht bestehen können. Man sollte nun denken, die große Menge von Stickstoff in der Atmosphäre könne dazu verwandt werden. Diese Vermuthung hat indessen die Erfahrung keineswegs bestätigt; es haben Versuche ergeben, daß der gasförmige Stickstoff in der Luft von den Pflanzen nicht assimilirt wird.

Aber nicht bloß Gase befinden sich in der Luft, auch feste Körper schweben in derselben. Wenn man in einem geschlossenen, von der Sonne beschienenen Fensterladen eine Oeffnung anbringt, so bemerkt man in dem dunkeln Zimmer einen erhellten Streifen, welcher sein Licht durch die Oeffnung empfängt. In diesem Streifen sieht man kleine Partikelchen hin- und herschweben, die sogenannten Sonnenstäubchen. Es sind abgerissene Theile von Pflanzen, Steinen u. s. w., die wegen des Widerstands der Luft nicht zu Boden fallen.

Früher war man der Ansicht, die sogenannten Meteorsteine, welche hie und da aus der Luft zur Erde gefallen sind, seien Bestandtheile der Luft Neuerdings haben aber sorgfältige Beobachtungen ergeben, daß sie kosmischen Ursprungs sind.

Den Wasserdampf haben wir bereits als einen Bestandtheil der Atmosphäre genannt. Wir wollen hier nichts Weiteres über denselben bemerken, weil wir später Gelegenheit haben werden, ausführlicher von demselben zu reden.

Von der Temperatur der Luft.

Nachdem wir die vorzüglichsten Verschiedenheiten in der Oberflächengestaltung unserer Erde betrachtet, nachdem wir auseinandergesetzt haben, aus welchen Stoffen die gasförmige Hülle unseres Planeten besteht, bleibt uns noch übrig, Einiges über das Klima der verschiedenen Theile der Erde zu sagen. Wir verstehen dieses Wort in seiner rein physischen Bedeutung, nach welcher es alles Dasjenige bezeichnet, was von der Wärme, der Feuchtigkeit oder Trockenheit der Luft und den herrschenden Winden, also im Allgemeinen von den meteorologischen Phänomenen abhängt. Unter den physischen Eigenschaften des Klimas nimmt die Temperatur oder Wärme den ersten Rang ein.

Obgleich uns die Wärme vorzüglich durch die Luft mitgetheilt wird, so geht die Wärme doch nicht ursprünglich von dieser aus. Durch die Sonne wird zuerst der Boden erwärmt und die Temperatur dieses theilt sich der Luft mit. Es ist ein allgemeines physisches Gesetz, daß die Körper sich um so mehr erwärmen, je undurchsichtiger sie sind. Die Sonnenstrahlen, welche durch die Atmosphäre bis zu uns dringen, erwärmen daher die Luft in nur sehr geringem Maße. Sind aber die Sonnenstrahlen bis zum

Boden gelangt, so erwärmen sie diesen. Die Luft, welche mit dem Boden in Berührung ist, nimmt die Wärme an; sie wird dadurch ausgedehnt und leichter und steigt in Folge dessen in die Höhe. Kältere Luftschichten sinken nun abwärts zum Boden, auch sie steigen wieder aufwärts, nachdem sie sich erwärmt haben; auf diese Weise erhält nach und nach die Luft bis zu bedeutenden Höhen über der Erdoberfläche eine höhere Temperatur.

Als Maßstab für die Wärme benutzen wir das Thermometer. Dieses besteht bekanntlich aus einer Röhre von Glas, welche zum Theil mit Quecksilber angefüllt ist. Wird letzteres erwärmt, so dehnt es sich aus. Nach dem Quantum der Verlängerung, welche die Quecksilbersäule durch die Wärme erleidet, beurtheilen wir die Höhe der Temperatur.

Es ist wohl überflüssig, hier ausführlich auseinanderzusetzen, daß das Thermometer nicht die gesammte Wärmequantität mißt, welche in einem Körper enthalten ist. Denn tauchen wir dieses Instrument in ein Glas Wasser, welches wir aus einem Flusse geschöpft haben, so zeigt es keine höhere Temperatur, als wenn wir es in den Fluß selbst einsenken, obgleich doch in dem gesammten Wasser des Flusses ohne Zweifel eine größere Wärmesumme vorhanden ist. Das Thermometer giebt, wenn wir so sagen dürfen, jedesmal nur die Intensität der Wärme an.

Die Stärke der Temperatur an der Erdoberfläche hängt zuerst von der Wirkung der Sonnenstrahlen ab; denn es vermehrt sich, unter sonst gleichen Umständen, die Wärme in dem Maße, als die Sonne am Horizont in die Höhe steigt. Je senkrechter die Sonnenstrahlen einfallen, um so lebhafter ist die Erwärmung. Das ist denn auch die Ursache, warum die Wärme vom Aequator nach den Polen hin abnimmt.

Die mittlere Wärme im ganzen Jahr bleibt für einen und denselben Ort constant, wenn die localen Verhältnisse desselben, welche auf die Temperatur Einfluß haben können, sich nicht ändern. Daraus geht denn hervor, daß es die Sonne fast allein ist, von welcher die Wärme auf der Erdoberfläche herrührt. Wir haben zwar allen Grund, zu glauben, daß auch die Erde in ihrem Innern eine eigenthümliche Wärme besitze, allein diese dringt nicht an die Erdoberfläche. Wäre das Gegentheil der Fall, so müßte nach und nach die Erde erkalten, d. h. auch ihr Inneres müßte fest werden. Nun weisen aber astronomische Beobachtungen nach, daß im Laufe von 3000 Jahren die Temperatur der Erde noch nicht um den hundertsten Theil eines Grades abgenommen hat.

Steigt man bis zu einer gewissen Tiefe unter die Erde hinab, so findet man Jahraus Jahrein eine und dieselbe Temperatur. Hier wirken also sowohl die Sonnenstrahlen nicht mehr ein, als auch nicht die innere Erdwärme. In den Kellern des Observatoriums zu Paris unter dem 49sten Grad der Breite und in einer Tiefe von 80 Fuß unter der Erdoberfläche zeigt das Thermometer fortwährend constant die Temperatur von 11°,82, während oben das Thermometer vom Winter zum Sommer um 40° schwankt. In den Salzbergwerken von Wielizka (in 50° nördlicher Breite am Ursprung des Weichselbassins) hat man die nämliche Beobachtung des constanten Thermometerstandes gemacht. Zu Cairo in Aegypten zeigt das Thermometer in 200 Fuß Tiefe ebenso die Temperatur von 18 Graden. In den Bergwerken Mexico's unter dem 20sten Grad nördlicher Breite hat man in 260 Toisen Tiefe die Temperatur von 19 Graden beobachtet.

Wir haben vorhin von der mittlern Jahreswärme gesprochen und müssen nun noch erklären, wie man zu der Kenntniß derselben gelangt. Wenn man das Thermometer von Stunde zu Stunde beobachtet und die Temperatur während eines Tages von vierundzwanzig Stunden addirt, hierauf die Summe durch die Zahl 24 dividirt, so erhält man die mittlere Tagestemperatur. Addirt man die Temperaturen aller Tage im Jahr zusammen und dividirt sodann diese Summe durch die Anzahl der Tage in einem Jahr, also durch 365, so stellt der Quotient die mittlere Jahrestemperatur vor.

Diese, auf dem eben angegebenen Wege berechnet, hält nicht genau das Mittel zwischen der höchsten und niedrigsten Temperatur, welche während des Laufes eines Jahres beobachtet werden können, sie hängt also weniger von diesen mehr zufällig vorkommenden Wärmegraden, als von dem regelmäßigen Gang der Wärme durch das ganze Jahr hindurch ab. Daher kommt es denn auch, daß es Länder giebt, in denen trotzdem, daß sie sehr niedrige Kältegrade im Winter und sehr hohe Wärmegrade im Sommer besitzen, die Temperatur höher und niedriger sein kann, als in Gegenden, welche minder auffallende Temperaturextreme im Sommer und im Winter zeigen. Die Gestalt der Länder ändert sehr häufig das Gesetz ab, nach welchem, rein mathematisch und physikalisch betrachtet, die Wärme von dem Aequator nach dem Pol hin abnehmen sollte. Orte, welche inmitten eines Bassins oder vor kalten Winden durch Gebirge geschützt liegen, haben eine höhere mittlere Jahrestemperatur, als exponirte Localitäten.

Alle Gegenden, welche nahe am Meer liegen, haben weniger warme Sommer, als Orte im Binnenlande, allein

auch wärmere Winter; sie genießen das sogenannte Seeklima. Das Wasser bedarf viel mehr Wärme, um sich zu einer gewissen Temperatur zu erheben, als das Land. Eine und die nämliche Wärmemenge erhitzt den Quarzsand, mit dem die große Ebene in Norddeutschland bedeckt ist, doppelt so hoch, als das Wasser im Baltischen Meere. In der Gegend von London kann man keine Trauben zu Wein ziehen, weil die Sonnentemperatur zu niedrig ist, als daß die Trauben die hinreichende Süße erlangen könnten. Dagegen hält das Meer die Wärme länger an. Feste Gegenstände erhitzen sich zwar leichter, sie strahlen aber auch die aufgenommene Wärme viel schneller wieder aus. Hat sich nun auch wirklich die obere Schicht des Wassers auf dem Meere erkältet, so sinkt sie unter, weil sie schwerer geworden ist, an ihre Stelle tritt wärmeres Wasser aus der Tiefe. Bei dem Boden kann niemals ein derartiger Ersatz der Kälte von Schichten durch Wärme stattfinden, weil der Boden unbeweglich ist.

So beträgt die Wintertemperatur von London 3,2 Grad über Null, während das einen vollen Breitegrad südlicher gelegene Frankfurt am Main eine Wintertemperatur von nur 1°,4 hat. Prag, welches in gleicher Breite mit Frankfurt am Main liegt, hat sogar im Winter eine mittlere Wärme, die nur $^2/_{10}$ Grad unter dem Gefrierpunkt ist. Dennoch wächst bei Frankfurt ein vorzüglicher Wein und Böhmen ist durch die Zucht der Ananas berühmt, während die in der Gegend von London gereiften Weintrauben nur zur Speise benutzt werden können.

Die Meeresströmungen, mit welchen wir uns früher beschäftigt haben, äußern einen sehr gewichtigen Einfluß auf die Temperatur der Länder aus. Die Westküsten von

England, Irland und Scandinavien verdanken ihre größere Jahreswärme vorzüglich dem Golfstrom, dessen warmes Wasser diese Küsten bespült. Ebenso erniedrigen die kalten Ströme, wie der Labradorstrom, der Perustrom, die Westküsten von Nord- und Südamerika.

Im Allgemeinen sind die Westküsten der Continente wärmer, als die Ostküsten. Dies rührt davon her, weil auf der nördlichen Halbkugel der Südwest-, auf der südlichen Halbkugel der Nordwestwind vorherrscht. Diese Winde sind mit Feuchtigkeit beladen, welche sie aus dem erwärmten Meere aufnehmen. Wenn der Südwest oder Nordwest die Küste eines Landes trifft, so läßt er einen Theil seiner Feuchtigkeit fahren; diese bringt nun ihre Wärme dem Lande, auf welchem sie sich in Gestalt von Regen niederschlägt.

Die südliche Halbkugel ist im Ganzen kälter als die nördliche, wahrscheinlich deshalb, weil sie zu wenig Land enthält, welches dem Polareis einen Damm entgegensetzen könnte, wie dies bei der nördlichen Halbkugel der Fall ist. Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über die Verschiedenheit in dem Wärmeklima der beiden Hemisphären:

Breite	Temperatur auf der nördlichen Halbkugel	Temperatur auf der südlichen Halbkugel
0 — 15°	28°,5	28°,0
18°	26°,5	27°,5
22 — 26°	19°,3	22 ,5
34°	15°,	13°,8
43°	18°,2	15°,2
48°	17°,7	7°,0
58°	13°,	6°,2

Uebrigens ersieht man aus dieser Tabelle, daß das angeführte Verhältniß nur für höhere Breiten gilt.

Der Aequator ist keineswegs diejenige Linie, welche die wärmsten Punkte der Erde mit einander verbindet. Führt man diese Manipulation wirklich aus, so erhält man eine Linie, welche bald über, bald unter den Aequator tritt und nur an wenigen Punkten mit demselben zusammenfällt oder ihn schneidet. Der sogenannte Wärmeäquator liegt im Atlantischen Ocean über dem terrestrischen Aequator, auch in Afrika und dem Indischen Meere ist dieses noch der Fall, erst bei den Molukken senkt er sich herab, tritt aber im Großen Ocean in der Breite des St. Eliasberges über den Erdäquator wieder hinauf.

Wir haben so eben die Punkte der Erde, welche die größte Wärme besitzen, mit einander verbunden; ebenso kann man Linien ziehen, welche diejenigen Orte in Verbindung bringen, denen man gleiche Jahreswärme zuschreibt. Alexander von Humboldt hat diese Idee zuerst ausgeführt; er nennt diese Linien Isothermen.

Aus dem Lauf der Isothermen ergiebt sich am besten die Vertheilung der Wärme über die Erdoberfläche. Um aber diese Linien ziehen zu können, muß man erst die Temperaturen auf einerlei Niveau, am besten auf dasjenige des Meeres reduciren. Denn die Erhebung über die Meeresfläche äußert einen sehr merklichen Einfluß auf die Wärme, und wollte man ohne Weiteres alle diejenigen Orte mit einander verbinden, welche gleiche mittlere Jahreswärme besitzen, so würde man Punkte in Lappland mit solchen in den Alpen zusammenbringen müssen.

Es ist eine allgemein bekannte Sache, daß die Wärme um so mehr abnimmt, je weiter man sich von der Erd-

oberfläche entfernt. Wenn wir aus einem Thale auf einen hohen Berg steigen, so bemerken wir selbst im Sommer diesen Unterschied der Temperatur. Wir haben schon früher bei der Betrachtung der Schneegrenze gesehen, daß es Berge giebt, welche das ganze Jahr hindurch in Schnee eingehüllt sind. Auf hohen Bergen kommen die edlen Obstarten, die Reben, manche Getreidearten nicht mehr fort, was denn doch bloß von einer niederen Temperatur abhängt.

Um sich die Ursachen der Temperaturabnahme auf Bergen zu erklären, muß man davon ausgehen, daß weniger die Luft, als vielmehr der Boden von den Sonnenstrahlen erwärmt wird. Dadurch wird also die Erdoberfläche selbst eine Quelle der Wärme. Diese wird nämlich nach allen Richtungen ausgestrahlt. Denken wir uns nun eine Fläche von bestimmter Größe parallel mit der Oberfläche der Erde in einiger Entfernung von derselben gehalten, so werden offenbar mehr Strahlen auf diese Fläche fallen, als wenn wir ihr einen weitern Abstand von der Erde geben. Denn die Wärmestrahlen divergiren noch allen Richtungen und zwei solche Strahlen lassen einen um so größern leeren Raum zwischen sich, je weiter sie von der Erde sich bereits entfernt haben.

Das ist aber nicht die einzige Ursache der Temperaturabnahme in den höheren Regionen des Luftkreises.

Wir wissen, daß die Wärme eine Kraft ist, durch welche der Aggregatzustand der Körper bedingt wird. Damit ein Körper aus dem festen in den flüssigen Zustand übergehen kann, muß ihm Wärme zugeführt werden, welche die einzelnen Theile, aus denen er zusammengesetzt ist, von einander trennt. Wenn umgekehrt ein Körper aus dem gasförmigen Zustand in den flüssigen oder festen übergeht,

so wird Wärme frei. Jede Volumsverminderung bedingt Abgabe, jede Volumsvermehrung Aufnahme von Wärme.

Die an der Erdoberfläche befindliche Luft erwärmt sich, wenn die Strahlen der Sonne jene treffen, sie wird specifisch leichter und steigt in die Höhe. Nachdem sie bis zu einem gewissen Abstand von der Erde angekommen ist, lastet kein so starker Druck mehr auf ihr, als wie in den unteren Regionen des Luftkreises, denn oben ist ja die Luft dünner, als unten. In Folge dieser Drucksverminderung wird die Luft sich ausdehnen. Bei dieser Ausdehnung bindet sie aber Wärme, denn Wärme ist, wie wir vorhin schon bemerkt haben, zu jeder Volumsvergrößerung ein nothwendiges Erforderniß. Die Wärme wird aus der Luft selbst genommen, und dadurch entsteht also eine Erkältung der oberen Luftschichten.

Es fragt sich nun, nach welchen Gesetzen die Abnahme der Temperatur in den höheren Regionen des Luftkreises erfolge. Darüber konnte bloß die Beobachtung belehren, denn locale Umstände ändern hier die Regelmäßigkeit des physikalischen Gesetzes außerordentlich ab.

Die nöthige Erhebung für einen Grad Temperaturabnahme beträgt:

für Quito	750	Par.	Fuß
» Mexico	774	»	»
» Popayan	780	»	»
» St Fe de Bogota . .	786	»	»
» die Alpen	538	»	»
» England	408	»	»

Nun sind wir auch im Stande, Temperaturen auf das Meeresniveau zu reduciren. Gesetzt, ein Bergort habe eine Temperatur von 4°, die nöthige Erhebung für 1° Tempera-

turabnahme betrage daselbst 700 Fuß, seine Höhe über der Meeresfläche sei = 3850 Fuß, so haben wir $^{3850}/_{700} = 5\frac{1}{2}$mal der Temperaturabnahme von 1°; wir müssen deshalb $5\frac{1}{2}$ der Temperatur von 4° zusetzen, um letztere auf das Meeresniveau reducirt zu erhalten. An der Meeresfläche hätte also dieselbe $9\frac{1}{2}$° mittlere Wärme.

Es bleibt uns jetzt noch übrig, den Lauf der isothermischen Linien näher zu bestimmen. Wir benutzen hierzu die Angaben des vortrefflichen Kämtz, welcher nach Humboldt's Vorgang diesen Gegenstand zuerst mit Berücksichtigung aller vorhandenen Erfahrungen und Beobachtungen mit mathematischer Schärfe behandelt hat.

Die Isotherme von 25° durchschneidet die Westküste Amerika's etwas nördlich von Acapulco, läuft durch Vera-Cruz und nördlich von der Havannah (Temp. 25°,49) fort; etwas östlich von dem Meridian von Havannah erreicht die Isotherme einen nach Norden convexen Scheitel und senkt sich gegen die Westküste Afrika's, welche sie etwa in der Mitte zwischen dem Weißen Vorgebirge und der Mündung des Senegal (18 — 19° nördlicher Breite) erreicht. Von hier hebt sie sich schnell gegen Norden, läuft durch den nördlichen Theil des Rothen Meeres und in der Nähe von Abusheher am Persischen Meerbusen (Breite 28° 15′, Temp. 25°,03) fort und erreicht in dieser Gegend wahrscheinlich ihre größte Annäherung an den Pol. Denn weiter östlich senkt sie sich nach Süden und durchschneidet die Gruppe der Philippinen im nördlichen Theile der Insel Luzon in einer Breite von 16° bis 17°.

Die Isotherme von 20° durchschneidet die Westküste Amerika's etwa in der Mitte von Alt-Californien (Breite 28° — 29°), hebt sich dann etwas nach Norden und läuft

nahe dem Aequator parallel, bis sie die Ostküste Amerika's in Süd-Californien in etwa 32° nördlicher Breite durchschneidet (Fort Johnston, Breite 34° 0′, Temp. 19°,22; Jesuq, Breite 31° 30′, Temp. 20°,12); sie senkt sich dann sehr wenig nach Süden und läuft südlich von Bermuda (Breite 32°1/4, Temp. 19°,74) fort, indem sie zwischen Madera und Teneriffa fortgeht (Temp. 19°,78, St. Cruz auf Teneriffa, Temp. 21°,72). In Afrika sich schnell gegen Norden hebend, geht sie in der Nähe von Algier und Tunis fort, scheint sich jedoch hier zugleich mit der Küste des Landes etwas nach Süden zu senken und zwischen Creta (Breite 35°29′, Temp. 17°,94) und Cairo (Breite 30° 5′, Temp. 22°, 19) fortzugehen. Es ist wahrscheinlich, daß sie sich im Innern Asiens wieder etwas hebt, jedoch senkt sie sich gegen die Ostküste dieses Landes etwas und durchschneidet letztere nördlich von Formosa.

Die Isotherme von 15° durchschneidet die Westküste Nordamerika's in der Gegend des Hafens von San Francisco in Neu-Californien, bis sie in dem Staate Delaware eine Breite von 37 — 38° erreicht. Von hier hebt sie sich allmälig nach Norden und erreicht die Westküste Europa's etwas an der Grenze von Spanien und Portugal, geht dann nördlich von Rom und durch den nördlichen Theil der Türkei fort. Die Ostküste Asiens erreicht diese Linie im südlichen Theile von Korea und Japan.

Die Isotherme von 10° durchschneidet die Westküste Amerika's an der Mündung des Columbiaflusses, senkt sich dann nach Südosten und geht durch den nördlichen Theil des Staates Ohio und erreicht etwa bei New-York die Küste des Atlantischen Meeres. Hier am westlichen Ufer desselben hat die Isotherme von 10° auffallend einen gegen den Aequator converen Scheitel, schnell hebt sie sich gegen

Europa und läuft in der Nähe von London fort. Im westlichen Europa aber erreicht die Isotherme ihren nach Norden convexen Scheitel, denn bei ihrem weitern Verlauf senkt sie sich nach Süden und geht durch Böhmen und den nördlichen Theil des Schwarzen Meeres. Die Ostküste Asiens durchschneidet diese Linie vielleicht im nördlichen Theile der Japanischen Insel Nipon.

Die Isotherme von 5° durchschneidet die Westküste Amerika's nördlich von Neu-Archangelsk auf der Insel Sitcha (Breite 57°, Temp. 7°,09), jedoch scheint sie zu diesem Orte bereits aus einer südlichern Lage gekommen zu sein, da Illuluk auf der Insel Unalaschka in der Breite von 53° 53′ nur eine Temperatur von 4°,03 hat. Schnell senkt sie sich gegen Südosten, durchschneidet den Michigan-See und die Ostküste Amerika's im Staate Maine. Dann durch den südlichen Theil Neufoundlands gehend, läuft sie nördlich von den Faröern fort und durchschneidet die Küste Norwegens etwa in der Gegend von Drontheim. So wie sie über die Scandinavischen Alpen gegangen ist, senkt sie sich nach Südosten, läuft nördlich von Christiania und Stockholm, südlich von Moskau und Kasan fort und erreicht die Küste Asiens etwa in der Mitte der Kurilenkette.

Die Isotherme von 0° senkt sich aus dem nordwestlichen Theile von Nordamerika gegen Südosten, scheint durch den südlichen Theil des Winipeg-Sees zu gehen und den südlichsten Winkel von Labrador zu durchschneiden. Von hier schnell nach Nordosten ansteigend, durchschneidet sie die Nordspitze Norwegens, senkt sich aber im Innern Lapplands schnell nach Süden, ja vielleicht der Bergkette parallel nach Südwesten. Von hier läuft sie durch den nördlichen Theil des Finnischen Meerbusens, dann nörd-

lich von Kasan, Slatoust und Bernaul fort, hebt sich aber gegen die Ostküste Asiens hin nordöstlich und durchschneidet diese etwa in einer Breite von 56° in der Mitte von Kamtschatka.

Die Isotherme von — 5° tritt vielleicht westlich vom Mackenzieflusse schnell nach Südosten laufend in's Innere von Nordamerika, erreicht etwa 90° westlich von Greenwich ihren südlichsten Punkt, indem sie sich hier etwa in einer Breite von 52° zeigt; sich nun nach Nordosten hebend, läuft sie durch den nördlichen Theil von Labrador und durchschneidet die Westküste Grönlands etwa in der Gegend des Polarkreises. Ein anderer Zweig dieser Linie tritt schnell von Südost laufend zwischen dem Weißen Meere und Novaja Semlja in das Innere unseres Continentes, läuft mehrere Grade nördlich von Tobolsk fort und erreicht im Meridiane von Irkutzk ihren nach Norden concaven Scheitel, worauf sie sich wieder nach Nordost hebt und die Nordostküste Asiens im Lande der Tschuktschen zu verlassen scheint.

Die Isotherme von — 10° scheint schnell von Norden kommend, durch den nördlichen Theil des Bären Sees zu gehen, streicht dann in der Nähe von Fort Reliance vorbei und hebt sich weiter östlich wieder nach Norden. Die im alten Continente liegende Curve geht durch Novaja Semlja dann in der Nähe von Jakutzk vorbei, und sich nun schnell nach Nordosten hebend, läuft sie durch Nischnei Kolymsk in der Breite von 68° 18′.

Die Isotherme von — 15° läuft südlich von Melvilles-Insel durch den Elisabeth-Hafen in Boothia (Breite 65° 95′) und hebt sich nun wieder schnell nach Norden, nördlich von Igloolik-Insel fortlaufend (Breite 69° 20′). Die

Nordküste Sibiriens scheint diese Linie mehrere Grade westlich vom Vorgebirge Taimura zu durchschneiden und dann durch Ustjansk zu gehen.

Die thatsächlichen Angaben zur Construction des eben dargestellten Laufs der Isothermen sind der am Schlusse dieses Werkes angehängten, von Mahlmann ausgearbeiteten, Tabelle entnommen. In dieser finden wir nicht allein die mittlere Jahrestemperatur, sondern auch die mittlere Wärme der vier Jahreszeiten verzeichnet.

Von ganz besonderer Wichtigkeit für die Geographie der Pflanzen ist die mittlere Sommer- und Wintertemperatur. Klimatologisch rechnet man zum Sommer Juni, Juli, August und zum Winter die Monate December, Januar und Februar.

Verbindet man die Punkte auf der Erdoberfläche, welche gleiche Sommertemperatur haben, so erhält man die sogenannten Isotheren. Sie steigen im Innern der Continente in die Höhe. Die Linien, welche die Punkte gleicher Winterwärme in Verbindung setzen, hat man Isochimenen genannt. Der vorzügliche physikalische Atlas von Berghaus und derjenige von Ewald enthalten die Verzeichnung dieser Linien.

Fortgesetzte Temperaturbeobachtungen in höheren Breiten haben ergeben, daß der Pol nicht der kälteste Punkt der Erde ist. Es ist außerordentlich wahrscheinlich, daß wir auf der nördlichen Halbkugel zwei Kältepole besitzen; der eine liegt über Amerika, der andere über Asien.

Es ist bereits früher angeführt worden, daß in einer gewissen Tiefe, die man, wie wir jetzt bemerken, zu 30 bis 50 Fuß annehmen kann, die Temperatur constant bleibt. Von da an nimmt die Wärme wieder zu. Man

hat durch Beobachtungen in Bergwerken gefunden, daß man 100 Fuß abwärts steigen muß, damit die Temperaturzunahme einen Grad betrage. Rechnet man nun so fort, so kommt man bald zu einem Punkte, bei welchem alle Metalle, welche wir kennen, geschmolzen sein müssen. Dies führt zu dem Schlusse, daß das Innere unserer Erde in feuerflüssigem Zustande sich befinde.

Selbst in den kältesten Gegenden der Erde hat man diese Temperaturzunahme mit der Tiefe bemerkt. In Sibirien ist in nördlicher Breite der Boden fast das ganze Jahr hindurch gefroren, nur im Sommer thaut er ein paar Zoll weit auf; nichts desto weniger kommt man aber, wenn man einen Brunnen gräbt, bald auf nicht gefrorne Erde.

Die Verbreitung der Wärme über die Erdoberfläche hat den größten Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen und Thiere. Einige Vegetabilien erreichen nur dann ihre größte Vollkommenheit, wenn in der Gegend, in welcher man sie angebaut hat, bestimmte höchste Hitzgrade während des Sommers vorkommen. Andere Gewächse verlangen keine sehr intensive Wärme, aber eine lang andauernde Temperatur von einer gewissen Höhe. Die Thiere sind schon viel weniger an das Klima gebunden, als die Pflanzen; so hat man Hunde von der nämlichen Race in Sibirien und in Jamaika. Der Mensch ganz besonders scheint von den Einflüssen des Klimas am wenigsten abzuhängen. Freilich geben ihm auch seine höheren Geisteskräfte Mittel an die Hand, um die nachtheiligen Wirkungen eines extremen Klimas unschädlich zu machen.

Von der atmosphärischen Feuchtigkeit.

Schon mehrmals im Verlaufe dieses Werkes fanden wir Gelegenheit, von der Verdunstung zu sprechen. Man kennt diese Erscheinung, bei welcher das Wasser sein Volumen verringert, und wenn kein Zufluß vorhanden ist, zuletzt gänzlich verschwindet. Man darf nicht glauben, daß das Wasser vernichtet worden sei; es hat sich nur in einen unsichtbaren Dampf verwandelt und mit der Luft vermischt. Die Menge Wasser, welche sich in einem gegebenen Luftvolumen in einer bestimmten Zeit in Dampf verwandeln kann, hängt von der Dichte und Temperatur der Luft ab. Je größer die Wärme der Luft und je dünner dieselbe ist, um so stärker ist auch die Verdunstung.

Bei einer mittlern Jahreswärme von 9 Graden beträgt die Verdunstung in der gemäßigten Zone 414 Linien; das will sagen: in einem der Luft ausgesetzten Gefäße vermindert sich die Höhe des Wasserstandes um 414 Linien im Laufe eines Jahrs. Das beträgt für einen Tag $1^6/_{10}$ Linie. In der heißen Zone, zu Cumana am Ufer des Caraibischen Meers und bei einer mittlern Temperatur von 22 Graden steigert sich die Verdunstung auf 1237 Linien, was für den Tag 3 bis 4 Linien ausmacht. Zu Guade-

loupe wurde die mittlere Verdunstung für einen Tag gleich 3 Linien gefunden, zu Mexico in einer Höhe von 1168 Toisen und bei einer mittleren Temperatur von 13 — 14 Graden gleich 4 Linien für 24 Stunden.

Die Physiker haben Instrumente erfunden, um den Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu messen. Man nennt sie Hygrometer oder auch Psychrometer. Das beste Instrument dieser Art, welches gegenwärtig fast ausschließlich im Gebrauche ist, rührt von August her. Es würde uns zu weit führen, wenn wir dasselbe hier beschreiben wollten; jedes gute Lehrbuch der Physik enthält das Nöthige darüber. Von den älteren Instrumenten war dasjenige von Saussure längere Zeit im Gebrauch. Es besteht in einem präparirten Haar, welches sich, wenn es Feuchtigkeit anzieht, ausdehnt und bei trockner Luft sich verkürzt. Es ist indessen wegen der Wandelbarkeit seiner Angaben gegenwärtig nicht mehr in Gebrauch.

Man muß zwischen dem absoluten und dem relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft eine Unterscheidung machen. Unter jenem versteht man die Feuchtigkeitsmenge, welche wirklich in der Luft vorhanden ist. Diese Quantität kann nun aber kleiner sein, als die bei der herrschenden Temperatur und Dichte der Luft aufnehmbare. Enthält die Luft soviel Wasserdampf, als unter den angegebenen Verhältnissen überhaupt möglich ist, so sagt man, sie sei mit Feuchtigkeit gesättigt; enthält sie nicht viel weniger, so nennt man sie feucht; steht sie aber sehr weit von ihrem Sättigungspunkte ab, so redet man von trockner Luft. Wie man also sieht, sind diese Begriffe ganz relativ. Um dieses Verhältniß noch mehr anschaulich zu machen, wollen wir die Mengen Feuchtigkeit angeben, welche bei den bezeichneten Temperaturen

in einem Cubikmeter Luft enthalten sein können, wenn die Luft vollständig damit gesättigt ist. Vorher müssen wir aber doch anführen, wie man zu diesen Zahlen gelangt ist. Man brachte in ein mit einer feinen Spitze versehenes Glaskölbchen Wasser und setzte das Kölbchen einer bestimmten Temperatur dadurch aus, daß man es in Wasser stellte, welches bis auf diese Temperatur gebracht war. Aus dem Kölbchen ging nun so lange Wasserdampf fort, bis im Innern desselben die Luft mit Wasserdampf gesättigt war. Nun schmolz man die Spitze des Kölbchens zu und wog dasselbe. Der Inhalt des Kölbchens ließ sich leicht in der Weise finden, daß man dasselbe mit Quecksilber füllte und dann wog; nun weiß man, daß ein Gramme Wasser den Raum von einem Cubikcentimeter einnimmt. Hieraus und aus dem bekannten specifischen Gewichte des Quecksilbers läßt sich leicht das Volumen des Kölbchens berechnen. So erfährt man denn, nachdem auch das Gewicht des luftleeren Kölbchens ausfindig gemacht worden ist, wie viel Wasserdampf in einem bestimmten Volumen Luft bei einer gegebenen Temperatur enthalten sein kann.

Temperatur.	Wasserdampf in einem Cubikmeter. Gramme.	Temperatur.	Wasserdampf in einem Cubikmeter. Gramme.
—20°	1,5	19°	16,2
—15	2,1	20	17,1
—10	2,9	21	18,1
— 5	4,0	22	19,1
0	5,4	23	20,2
1	5,7	24	21,3
2	6,1	25	22,5
3	6,5	26	23,8
4	6,9	27	25,1
5	7,3	28	26,4
6	7,7	29	27,9
7	8,2	30	29,4
8	8,7	31	31,0
9	9,2	32	32,6
10	9,7	33	34,3
11	10,3	34	36,2
12	10,9	35	38,1
13	11,6	36	40,2
14	12,2	37	42,2
15	13,0	38	44,4
16	13,7	39	46,7
17	14,5	40	49,2
18	15,3		

Denken wir uns nun z. B., es herrsche eine Temperatur von 20°. Bei dieser können in einem Cubikmeter Luft 17,1 Gramme Feuchtigkeit enthalten sein. Gesetzt, die Luft enthielte aber bloß die einer Temperatur von 10 Gra=

den entsprechende Flüssigkeitsmenge, nämlich 9,7 Gramme, so wäre ihr absoluter Feuchtigkeitsgehalt immer noch größer, als derjenige einer Luft von 9 Graden, die sich im Sättigungspunkt befindet; denn jene könnte, um gesättigt zu erscheinen, noch 7,4 Gramme Wasserdampf, diese aber gar keine Feuchtigkeit mehr aufnehmen.

Die obige Tabelle zeigt uns, wie viel Feuchtigkeit die Luft enthalten kann, wenn eine bestimmte Temperatur stattfindet. Wird die Luft unter diese Temperatur durch irgend eine Ursache erkältet, so schlägt sich eine gewisse Menge Wasserdampf nieder. Es sei z. B. die Temperatur der Luft = 20 Graden; sie enthalte 17,1 Gramme Wasserdampf; nun werde die Luft auf 10 Grade abgekühlt; bei letzterer Temperatur können, wie uns die Tabelle sagt, nur 9,7 Gramme in der Luft sich aufhalten; es müssen daher 7,4 Gramme sich niederschlagen.

Ist es ein in der Luft befindlicher kälterer Körper, welcher die Temperaturerniedrigung bewirkt, so wird sich auch an diesen vorzugsweise die niedergeschlagene Feuchtigkeit anlegen. Man nennt sie Thau, wenn sie in flüssiger, Reif, wenn sie in fester Form erscheint.

Der Thau erzeugt sich dann am reichlichsten, wenn die Temperatur bei Tage sehr hoch, bei Nacht dagegen niedrig ist. Es kann sich nämlich in diesem Falle viel Wasserdampf in der Atmosphäre auflösen und natürlich auch viel davon bei Nacht niederschlagen. In den Aequinoctialgegenden thaut es deshalb viel stärker, als in unseren Breiten. Boussingault sah dort den Thau von Bäumen in Form eines Regens niedertropfen.

Bei bedecktem Himmel thaut es gewöhnlich nicht. Die Wolken strahlen die von der Erdoberfläche ausgehende

Wärme zurück, diese kann sich nicht sehr erkälten, der Wasserdampf bleibt also aufgelöst.

Wenn die Temperatur so rasch sinkt, daß der Dampf nicht Zeit hat, sich in Flüssigkeit zu verwandeln, so entsteht der Reif, welcher bekanntlich den Gewächsen so großen Schaden bringt. Letztern verursacht aber nicht der Reif selbst, sondern die ihn begleitende Kälte.

Wenn des Morgens nach Sonnenaufgang die Temperatur steigt, so löst sich der Thau wieder als Wasserdampf auf. Dies geschieht um so schneller, wenn gleichzeitig Luftzug stattfindet, wenn also z. B. der Wind weht. Durch diesen wird die im Thau befindliche feuchte Luft von einer weniger feuchten ersetzt, welche wieder neuen Wasserdampf aufnehmen kann.

Die absolute Feuchtigkeitsmenge in der Luft ist am größten im Sommer, am kleinsten im Winter. Mit der relativen Feuchtigkeit verhält es sich aber gerade umgekehrt, sie ist größer im Winter, als im Sommer.

Der absolute Feuchtigkeitsgehalt der Luft nimmt von dem Aequator nach den Polen hin ab.

Der von der Erdoberfläche aufsteigende Wasserdampf gelangt bald in Regionen, in welchen eine niedere Temperatur herrscht; er verdichtet sich zu kleinen Bläschen, die man Wolken nennt.

Die Wolken können verschiedene Gestalten annehmen. Die eigentliche Regenwolke überzieht den Himmel als ein grauer undurchsichtiger, ziemlich gleichförmig schattirter Flor, in welchem nur hie und da dunklere und hellere Stellen erscheinen. Die Gewitterwolke ist in ihrer Mitte immer dunkler gefärbt, an den Rändern dagegen oft weiß, oder wenn sie von den Strahlen der Sonne getroffen wird, mit

einem Goldstreifen gesäumt. Sie hat eine mehr massige Form und gewöhnlich eine rasche Bewegung. Die kleinen federartigen Wölkchen am Himmel, die man auch wohl Schäfchen nennt, sind die Vorboten guter oder die Anzeichen anhaltend guter Witterung; sie selbst bringen keinen Regen.

Die Wolken schweben nicht so hoch in der Luft, als man gemeiniglich annimmt. Die höchsten Wolken mögen wohl nicht höher, als bis zu 30000 Fuß ansteigen. In dieser Höhe herrscht schon eine unter den Gefrierpunkt herabgehende Temperatur; die Wolken, welche daselbst schweben, müssen deshalb aus Schnee oder Eis bestehen.

Woher kommt es nun, kann man fragen, daß die Wolken sich schwebend erhalten? Warum fallen sie nicht zur Erde herunter?

Allerdings fallen sie beständig abwärts; allein, wenn sie in Tiefen gelangt sind, in welchen eine höhere Temperatur herrscht, so werden die Nebelbläschen wieder aufgelöst und der dadurch erzeugte unsichtbare Wasserdampf steigt wieder aufwärts. So findet bei jeder Wolke fortwährend ein Niedersinken und Wiederaufsteigen der Feuchtigkeit statt.

Sind die unteren Luftschichten mit Wasserdampf gesättigt und herrscht in ihnen eine niedere Temperatur, so lösen die fallenden Nebelbläschen sich nicht wieder auf, sie erreichen die Erde. Dabei vereinigen sich mehrere solcher Bläschen im Fallen zu Tropfen. So entsteht der **Regen**, von welchem es bekanntlich viele Modificationen vom Platzregen bis zu dem fast unmerklichen Staubregen giebt.

Um zu erfahren, wie viel Wasser in einem oder in allen während des Laufes eines Jahres stattfindenden

Regen niederfällt, bedient man sich der Regenmesser oder Ombrometer. Diese Werkzeuge bestehen aus einem metallenen Trichter, welcher das Wasser auffängt und in ein graduirtes Gefäß leitet.

Auf den Gebirgen fällt mehr Regen, als in der Ebene, weil die dort herrschende niederere Temperatur häufiger einen Niederschlag der atmosphärischen Feuchtigkeit veranlaßt. Dagegen bringt ein und derselbe Regen mehr Wasser in die Ebene, als in das Gebirge. In der Ebene fallen die Regentropfen durch eine größere Strecke in der Luft, sie nehmen die in den unteren Regionen befindliche Feuchtigkeit auf und vergrößern sich im Fallen. Platzregen sind daher in der Ebene häufiger, als im Gebirge.

In Deutschland ist durchschnittlich im Sommer die Regenmenge am größten, dann kommen der Herbst, das Frühjahr und zuletzt der Winter.

Gefriert der Nebel schon in der Luft, so entsteht der Schnee. Die Schneeflocken sind aus lauter Krystallen zusammengesetzt, die wieder zu den schönsten Gestalten vereinigt sind.

Der Hagel besteht aus Eiskörnchen, die oft in sehr bedeutender Dicke und Schwere erscheinen. Es sind schon Hagelkörner von 1/2 Pfund Schwere gefallen, durch welche Menschen und Thiere erschlagen wurden. Ueber die Bildung des Hagels gehen die Ansichten der Physiker sehr auseinander; wir wollen über diesen Gegenstand hier nichts Weiteres bemerken, da es Sache der Meteorologie ist.

Von den Winden.

Wir haben gelegentlich der Betrachtung der Meeresströmungen gesehen, daß im Wasser Bewegungen vor sich gehen, welche unter dem Einfluß der Wärme stattfinden. Da die Luft mit dem Wasser insofern große Aehnlichkeit besitzt, als ihre Theilchen nicht fest zusammenhängen, sondern sich leicht verschieben lassen, so ist vorauszusehen, daß die Wärme auch in der Luft Strömungen hervorrufen werde.

Denken wir uns eine überall gleich hohe Luftschicht durch eine auf der Erdoberfläche senkrechte Ebene in zwei Theile zerlegt, nehmen wir weiter an, die eine Hälfte dieser Luftmasse werde von der Sonne beschienen und dadurch erwärmt, während die andere kalt bleibe, so wird erstere sich ausdehnen, ihr Volumen vergrößern und in die Höhe steigen, dann aber auf die kältere Hälfte überfließen. Letztere wird dadurch schwerer, während erstere leichter geworden ist. Nach dem Princip des Gleichgewichtes strömt nun die kältere Luft nach der wärmern hin — wir haben einen Wind.

Specielle Beispiele von Winden, welche auf die angegebene Art entstehen, ließen sich viele anführen. Wer hätte noch nicht den Zug bemerkt, der durch die geöffnete Thür zwischen einem geheizten und einem kalten Zimmer

geht! Wenn man unter eine dichte Gewitterwolke tritt, so kommt einem ein kalter Wind entgegen; schreitet man aus dem Schatten der Wolke heraus, so weht uns der nämliche kalte Wind in den Rücken. Aus engen Thälern, deren Grund erst um Mittagszeit von der Sonne getroffen wird, weht fast beständig ein kalter Luftstrom nach dem ebenen Lande hin.

Dieses sind aber nur Winde von geringer localer Ausbreitung. Betrachten wir die großartigen Luftströmungen, welche über ganze Länder hin gehen; wir werden sehen, daß auch sie ihre Entstehung lediglich einer einseitigen Erwärmung der Atmosphäre verdanken.

Es ist bekannt, daß die Wirkung der Sonnenstrahlen am stärksten zwischen den Wendekreisen ist; hier fallen ja dieselben zweimal im Jahre senkrecht auf. Die Luft wird deshalb in dieser Zone sich viel stärker erwärmen, als außerhalb derselben; sie steigt in die Höhe und fließt nach den Polen hin ab. Stände die Erde still, oder vielmehr drehte sie sich nicht um ihre Axe, so würde der entstandene warme Wind genau in der Richtung von Süd nach Nord auf der nördlichen Halbkugel und in der Richtung von Nord nach Süd auf der südlichen Hemisphäre seinen Verlauf nehmen. Allein da die Erde sich um ihre Axe in 24 Stunden dreht, so hat die am Aequator befindliche Luft eine größere Geschwindigkeit in der Direction von Westen nach Osten, als die Atmosphäre in höheren Breiten; der warme, vom Aequator ausgehende Wind besitzt deshalb neben seiner Geschwindigkeit von Süd nach Nord (wir wollen vorerst nur die nördliche Halbkugel in das Auge fassen) noch eine Geschwindigkeit in der Richtung von West nach Ost; aus diesen beiden Geschwindigkeiten geht nun eine andere hervor, welche zwischen ihnen, wenn auch nicht ge=

nau, in der Mitte liegt, d. h. es entsteht ein südwestlicher Luftstrom. Auf der südlichen Halbkugel ist aus analogen Ursachen dieser Wind ein nordwestlicher. Hierbei müssen wir bemerken, daß man die Winde nach der Richtung benennt, aus welcher sie wehen, und nicht nach derjenigen, nach welcher sie sich bewegen.

Wie man leicht einsieht, muß der durch den Abfluß der Luft nach den Polen hin bewirkte luftverdünnte Raum wieder ausgefüllt werden, wenn das Gleichgewicht in der Atmosphäre bestehen bleiben soll; dies wird bewirkt durch eine Luftströmung, welche in den kälteren Polargegenden ihren Ursprung nimmt und sich nach dem Aequator hin begiebt. Dieser kalte Luftstrom hat ursprünglich eine rein südliche Richtung (auf der nördlichen Halbkugel); da aber seine Umdrehungsgeschwindigkeit geringer, als die der Luft in höheren Breiten ist, so nimmt er nach und nach eine nordöstliche (auf der südlichen Hemisphäre eine südöstliche) Direction an. Die beiden angeführten Luftströmungen, der warme Aequatorial- und der kalte Polarstrom, sind es nun, aus welchen in unseren Breiten die übrigen Winde hervorgehen.

Der warme Südwestwind weht in den südlicher gelegenen Gegenden in den oberen Regionen des Luftkreises; je mehr er aber nach Norden vorwärts dringt, um so mehr kühlt er sich ab; er sinkt dann zu Boden und trifft hier mit dem kalten Nordost zusammen. Ist nun einer von den beiden Winden stärker, als der andere, so muß der schwächere unterliegen. Ehe dieses geschehen ist, treten aber Zwischenwinde auf, deren Richtung durch die der beiden kämpfenden Winde bestimmt wird. So kommt es denn, daß der Südwestwind niemals geradezu in den Nordostwind über-

springt, sondern daß dies durch die verschiedenen Richtungen der Windrose hindurch stattfindet.

Der berühmte Philosoph Baco hat zuerst die überaus merkwürdige Beobachtung des regelmäßigen Windwechsels gemacht. Wenn nämlich der Südwest in den Nordost oder der Nordost in den Südwest übergeht, so findet dieses stets über West und Nord oder über Ost und Süd, niemals in umgekehrter Richtung statt. Baco war nicht im Stande, eine genügende Erklärung für das Gesetz der Winddrehung zu geben; diese erhielten wir von Dove. Sie gründet sich auf die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde. Genau die nämliche Ursache, welche bewirkt, daß aus dem reinen Aequatorialsüdwind nach und nach ein Südwestwind, und daß aus dem reinen Polarnordwind allmälig ein Nordostwind entsteht, giebt auch zur regelmäßigen Drehung des Windes die Veranlassung.

Innerhalb der Wendekreise stoßen der Nordostwind von der nördlichen und der Südostwind von der südlichen Halbkugel zusammen; die Geschwindigkeiten von Nord und Süd heben sich, als geradezu entgegengesetzt, auf, und es bleibt nur ein rein östlicher Luftstrom, der Passatwind, übrig. Dieser weht in einem Gürtel von etwa 50—56 Graden um die ganze Erde herum, doch viel stärker auf dem Meere, als auf dem Lande.

Inmitten des Passatgürtels findet sich ein Streifen von geringer Breite, wo gar keine Winde wehen. Man heißt ihn die Region der Calmen. Dort steigt die erwärmte Luft senkrecht in die Höhe, es kann also hier nicht zu einem Winde kommen.

Man nennt die Calmen auch wohl die Region der Windstillen. Dieser Ausdruck ist in so fern richtig, wenn

man darunter versteht, daß diese Gegend frei von periodischen Winden ist; es ist aber durchaus unrichtig, wenn man glaubt, Jahraus Jahrein bleibe dort die Luft vollständig ruhig. Im Gegentheil sind die Calmen sehr gefürchtet durch die entsetzlichen Stürme, welche den Bewohnern des Landes sowohl, als auch den Seefahrern die größte Gefahr bringen.

Um uns über die Entstehung der Orkane aufzuklären, müssen wir bemerken, daß Temperaturverschiedenheiten nicht die einzige Ursache der Winde sind. Ueberhaupt bewirkt eine Differenz in der Erwärmung zweier Luftschichten nur deshalb eine Luftströmung, weil dadurch das Gleichgewicht gestört wird. Jede andere Ursache, welche dieses Gleichgewicht ändert, muß deshalb einen Wind veranlassen.

Ueber dem Meer der Aequinoctialgegenden ist die Luft weit mehr mit Feuchtigkeit beladen, als an allen anderen Orten der Erde. Der absolute Gehalt an Wasserdampf wird natürlich an diesen Orten durch die fortwährend herrschende hohe Temperatur ausnehmend vermehrt. Tritt nun eine Temperaturerniedrigung ein, so schlägt sich eine große Quantität dieses Dampfes als tropfbar flüssiges Wasser nieder. Das Wasser nimmt nun einen viel kleinern Raum ein, als der Dampf; es entsteht mithin ein luftverdünnter Raum, nach welchem die ihn umgebende schwerere Luft mit Gewalt hinstürzt. Dies ist denn die Ursache der Orkane. Sie erreichen in den Aequinoctialgegenden eine Geschwindigkeit von 120 Fuß in der Secunde; die Stürme in höheren Breiten durchlaufen in einer Secunde selten mehr als 60 — 80 Fuß.

Eine Erscheinung eigenthümlicher Art, welche man an den Küsten aller Continente und Inseln, selbst auch an

den Ufern mancher Landseen kennt, bieten die sogenannten Land- und Seewinde dar. Bei Tag erhitzt sich das aus festen Körpern bestehende Land mehr als die See; die Luft über ihm steigt aufwärts und fließt nach der See ab; um das Gleichgewicht wiederherzustellen, dringt nun die Seeluft nach dem Lande hin. Nachts findet der umgekehrte Fall statt; von dem kältern Lande aus ergießt sich ein Luftstrom nach der wärmern See.

Am großartigsten treten die Land- und Seewinde in dem Indischen Meere auf. Sie führen daselbst die Benennung Moussons.

Temperatur-Angaben für verschiedene Orte der Erde, nach Mahlmann.

Orte.	Breite.	Länge östlich oder westlich vom Meridian von Paris.	Höhe über der Meeresfläche. Toisen.	Mittlere Temperatur.				
				Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
Montevideo	34° 54′ S.	58° 33′ W.	—	19,3	14,1	18,1	25,2	20,0
Smithville (Ver. Staat.)	34° 0′ N.	80° 25′ »	—	19,3	11,4	18,9	26,7	20, 1
Neu-Orleans . . .	29° 58′ »	92° 27′ »	—	19,4	11,8	18,9	26,5	20,4
Catania (Sicilien) .	37° 30′ »	12° 40′ Oe.	—	19,6	12,6	17,5	26,9	21,4
Algier	36° 47′ »	0° 43′ »	—	19,6	(16,8)	17,2	25,1	21,4
St. Georges (Bermudes)	32° 20′ »	67° 10′ W.	—	19,7	15,1	17,6	24,0	22,2
Baton Rouge (Ver. St.)	30° 26′ »	93° 25′ »	—	19,7	11,7	20,2	27,0	19,9
Jesup bei Natchitoches	31° 30′ »	96° 9′ »	27	20,2	11,8	20,7	28,3	19,8
Tunis	36° 48′ »	7° 51′ Oe.	—	20,3	13,2	18,3	28,3	21,9
Clinch (Florida) . .	30° 24′ »	89° 34′ W.	. . .	20,4	12,0	21,1	27,8	20,7
St. Philippe (Louisiana)	29° 29′ »	91° 41′ »	—	20,8	12,4	21,4	28,3	22,6
Ferdinandina . . .	30° 35′ »	84° 55′ »	—	21,1	15,7	21,1	26,1	21,7
Canton	23° 8′ »	110° 56′ Oe.	—	21,0	12,7	21,0	27,8	22,7
				21,6	13,7	21,8	28,2	22,5
Las Palmas (Can. J.)	28° 0′ »	17° 51′ W.	—	21,8	18,0	19,4	23,8	26,2
St. Croix (Teneriffa)	28° 28′ »	18° 36′ »	—	21,9	18,1	21,3	24,9	23,4

King (Florida) . .	29° 3′ N.	84° 30′ W.	. . .	22,0	16,5	21,4	28,1	21,7
Caracas (Venezuela)	10° 31′ »	69° 25′ »	455	22,0	20,9	21,8	23,4	22,2
St. Augustine (Florida)	29° 48′ »	83° 55′ »	. . .	22,3	15,3	21,9	28,2	24,0
Cairo	30° 2′ »	28° 55′ Oe.	. . .	22,4	14,7	22,0	29,2	23,5
Seharempour (Indien)	29° 57′ »	75° 23′ »	158	22,4	12,2	24,8	30,0	22,4
Brooke (Florida) . .	27° 57′ »	84° 55′ W.	—	22,4	16,2	22,7	26,7	24,0
Macao	22° 11′ »	111° 14′ Oe.	—	22,5	16,4	21,1	28,3	24,1
Kandy (Ceylon) . .	7° 18′ »	78° 30′ »	263	22,7	22,3	23,5	22,8	22,4
Ambala (Indien) . .	30° 25′ »	74° 25′ »	170	22,8	13,2	25,4	30,1	22,6
Ubajay bei Havanna .	23° 7′ »	84° 45′ W.	48	23,0	18,3	21,7	28,4	23,9
Rio Janeiro	22° 55′ S.	45° 36′ »	. . .	23,1	20,3	22,5	26,1	23,6
Honoruru (Sandw. Inf.)	21° 19′ »	160° 21′ «	. . .	23,7	21,6	23,0	25,5	24,8
Nasirabad (Indien) .	26° 18′ N.	72° 25′ Oe.	235	24,5	15,6	27,6	30,0	24,7
St. Louis (Senegal) .	16° 1′ »	18° 53′ W.	—	24,6	21,1	21,4	27,6	28,2
Key West (Florida) .	24° 34′ »	84° 13′ »	—	24,7	21,5	24,2	27,9	25,5
Port Louis (Ile de France)	20° 10′ S.	55° 8′ Oe.	—	24,9	21,6	23,8	28,1	26,0
Punah (Indien) . .	18° 30′ N.	72° 0′ »	280	24,9	21,5	26,7	26,1	25,3
Abouchere (Persien) .	28° 15′ »	48° 34′ »	. . .	25,0	16,5	23,8	33,3	26,5
Futtigurh (Indien) .	27° 22′ »	77° 12′ »	93	25,0	15,3	28,5	31,7	24,5
Havanna (Cuba) . .	23° 9′ »	84° 43′ W.	—	25,0	22,6	24,6	27,4	25,6
St. Denis (Ile de Bourbon)	20° 52′ S.	53° 10′ Oe.	22	25,0	22,6	24,9	26,7	25,6
Vera-Cruz	19° 12′ N.	98° 29′ W.	—	25,0	21,5	25,0	27,5	26,0

Orte.	Breite.	Länge östlich oder westlich vom Meridian von Paris.	Höhe über der Meeresfläche. Toisen.	Mittlere Temperatur.				
				Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
Seringapatam (Indien)	12° 45′ N.	74° 21′ Oe.	377	25,1	22,9	28,5	24,5	24,4
Benares	25° 19′ »	80° 35′ »	50	25,4	16,3	30,0	29,6	24,1
Matanzas (Cuba) .	23° 2′ »	83° 58′ W.	18	25,5	22,5	25,8	27,6	26,2
Ava (Asien) . . .	21° 40′ »	113° 40′ Oe.	50	25,7	20,4	27,7	28,7	26,2
Calcutta	22° 33′ »	86° 0′ »	—	25,8	19,9	28,1	28.5	26,1
Bombay	18° 56′ »	70° 34′ »	—	26,0	23,2	27,2	28,1	27,3
Inneres von Jamaika	17° 50′ »	79° 2′ W.	. . .	26,1	24,6	25,7	27,4	26,6
Tortola (Antillen) .	18° 27′ «	67° 0′ »	130	26,2	(25,5)	(25,2)	27,0	26,8
Kobba (Afrika) . .	14° 11′ »	25° 48′ Oe	250	26,5	19,9	28,7	30,0	27,4
Paramaribo (Guyana)	5° 45′ »	57° 33′ W.	. . .	26,5	25,9	26,3	26,9	28,2
Singapore (bei Malacca)	1° 17′ »	101° 30′ Oe.	. . .	26,5	25,9	26,9	27,1	26,7
St. Barthelemy (Antillen)	17° 53′ »	65° 20′ W.	—	26,6	26,1	26,6	27,4	26,4
Batavia	6° 9′ S.	104° 33′ Oe.	—	26,8	26,2	26,8	27,2	27,1
Dundas (Melville) .	11° 24′ N.	127° 45′ W.	—	27,0	24,0	27,5	28,8	27,8
Anjarakandy (Indien)	11° 40′ »	73° 20′ Oe.	—	27,2	26,9	29,0	26,1	26,7
Christiansborg (Afrika)	5° 24′ »	2° 10′ W.	—	27,2	27,4	29,0	25,5	27,0
St. Luis de Maranhao	2° 31′ »	46° 36′ »	—	27,2	27,0	27,0	26,9	26,4

Cumana	10° 28′ N.	66° 30′ W.	—	27,4	27,0	28,6	28,1	. . .
Trinconomale (Ceylon)	8° 34′ »	79° 2′ »	—	27,4	25,7	28,4	28,9	27,2
Guinea (Küste) . .	5° 30′ »	2° — »	—	27,4	28,1	28,3	26,4	27,0
Nagpur (Indien) . .	21° 9′ »	76° 51′ Oe.	140	27,5	22,7	32,9	28,2	26,4
Madras	13° 5′ »	77° 57′ »	—	27,8	24,8	28,6	30,2	27,5
Kouka (Afrika) . .	13° 10′ »	12° 10′ »	180	28,2	23,8	32,6	29,0	27,2
Karikal (Indien) . .	10° 55′ »	77° 24′ »	. . .	28,7	26,4	30,0	29,9	28,6
Rio la Hacha . . .	11° 28′ »	75° 20′ W.	—	. . .	27,6	28,5	. . .	. . .
Margcaybo	11° 19′ »	76° 29′ »	—	29,0	27,8	29,5	30,4	29,5
Massowah (Abessinien)	15° 36′ »	37° 9′ Oe	—	(31,0)	26,7	29,5	. . .	32,0
Brüssel	50° 51′ »	2° 2′ »	30	10,2	2,5	10,1	18,2	10,2
Carlsruhe	49° 1′ »	6° 5′ »	58	10,2	1,1	10,4	18,9	10,2
Mannheim	49° 29′ »	6° 8′ »	47	10,3	1,5	10,4	19,5	9,8
Bude	47° 30′ »	16° 43′ »	80	10,3	0,6	10,4	21,1	10,5
London	51° 31′ »	2° 26′ W.	—	10,4	4,2	9,5	17,1	10,7
Lyme Regis (England)	50° 43′ »	5° 16′ »	—	10,4	5,5	9,2	15,2	11,6
Erasmus Hall (Ver. St.)	40° 37′ »	76° 18′ »	—	10,7	0,4	9,3	21,3	11,8
Paris	48° 50′ »	0° 0′ »	33	10,8	3,3	10,3	18,1	11,2
Montmorency . . .	49° 0′ »	0° 2′ »	72	10,9	2,8	10,6	18,7	11,4
Gosport (England) .	50° 48′ »	3° 26′ »	—	11,0	5,0	10,1	17,1	11,9
Plymouth	50° 22′ »	6° 28′ »	—	11,1	6,9	10,1	16,0	11,7
Penzance	50° 7′ »	7° 53′ »	—	11,1	6,6	9,9	16,5	12,1
F. Columbus (Ver. St.)	40° 42′ »	76° 29′ »	—	11,2	0,1	9,9	22,5	12,6

Orte.	Breite.	Länge östlich oder westlich vom Meridian von Paris.	Höhe über der Meeresfläche. Toisen.	Mittlere Temperatur.				
				Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
Cherbourg (Frankreich)	49° 39′ N.	3° 58′ W.	—	11,2	5,2	10,4	16,5	12,5
Hobartown (Van Diemensland) . . .	42° 45′ S.	145°15′ Oe.	—	11,3	5,6	11,6	17,3	10,9
Germantown (Ver. St.)	40° 3′ N.	77° 37′ W.	32	11,3	0,0	10,3	22,8	12,1
F. Vancouver (Amerika)	45° 38′ »	125° 34′ »	. . .	11,5	4,2	11,0	18,2	12,9
Sebastopol (Krimm) .	44° 36′ »	31° 12′ Oe.	25	11,5	1,8	10,2	21,7	12,6
La Rochelle	46° 9′ »	3° 28′ W.	—	11,6	4,7	11,1	19,2	11,7
Marietta (Ver. St.) .	39° 25′ »	83° 50′ »	100	11,6	0,8	12,3	21,9	11,6
Baltimore	39° 17′ »	78° 58′ »	. . .	11,6	0,4	10,4	23,1	12,9
Turin	45° 4′ »	5° 22′ Oe.	143	11,7	0,8	11,7	22,0	12,1
Darjiling (Indien) .	27° 0′ »	86° 4′ »	1090	12,0	5,4	12,5	16,3	13,3
Middletown (Ver. St.)	40° 24′ »	76° 33′ W.	. . .	12,1	2,2	11,3	21,1	13,6
Cincinnati (Ver. St.)	39° 6′ »	86° 47′ »	83	12,2	0,5	12,4	22,8	12,8
Padua	45° 24′ »	9° 32′ Oe.	—	12,5	2,8	12,1	21,9	13,0
Pavia	45° 11′ »	6° 46′ »	45	12,7	2,2	12,6	22,8	13,2
Pecking	39° 54′ »	114° 9′ »	50	. .	1,0	14,8	. . .	. . .
				12,7	3,2	13,5	28,1	12,4

Washington City . .	8° 53′ N.	79° 22′ W.	. . .	12,7	2,3	10,2	24,7	13,5
Mailand	45° 28′ »	6° 51′ Oe.	75	12,8	2,1	13,0	22,7	13,2
Toulouse	43° 36′ »	0° 54′ W.	78	12,9	5,2	11,8	19,9	13,9
St. Louis (Missouri) .	38° 36′ »	91° 56′ »	87	13,0	0,7	12,9	24,1	14,4
Triest	45° 39′ »	11° 26′ Oe.	45	13,2	4,1	12,1	21,9	13,7
Brescia	45° 33′ »	7° 54′ »	78	13,5	3,7	13,9	22,4	14,0
Venedig	45° 26′ »	10° 0′ »	—	13,7	3,3	12,6	22,8	13,3
Constantinopel . . .	41° 0′ »	26° 39′ »	. . .	13,7	4,8	11,0	23,0	15,8
Bordeaux	44° 50′ »	2° 55′ W.	—	13,9	6,1	13,4	21,7	14,4
Mafra	38° 56′ »	11° 41′ »	117	13,9	9,6	12,7	18,2	15,1
Utacamund (Indien) .	11° 25′ »	74° 30′ Oe.	1150	13,9	11,4	16,3	14,1	13,8
Mussuri (Indien) .	30° 27′ »	75° 42′ »	980	14,0	5,5	15,9	19,8	14,8
Montpellier . . .	43° 36′ »	1° 32′ »	—	14,1	. . .	. . .	. . .	. . .
				15,3	6,9	13,8	24,4	16,1
Marseille	43° 18′ »	3° 2′ »	23	14,1	7,0	12,8	21,4	14,7
Bologna	44° 30′ »	9° 1′ »	42	14,2	2,8	14,5	25,2	14,3
Camajore (Lucca) .	43° 55′ »	8° 0′ »	. . .	14,2	6,7	13,6	21,9	14,8
Madrid	40° 25′ »	6° 2′ »	340	14,2	5,6	14,2	23,4	13,7
Avignon	43° 57′ »	2° 28′ »	—	14,4	5,8	13,9	23,1	14,6
Cascina (Toscana) .	43° 40′ »	8° 10′ »	. . .	14,6	6,8	13,7	22,5	15,1
Lucca	43° 51′ »	8° 10′ »	. . .	14,9	4,6	16,1	23,6	15,3
Santa-Fe de Bogota	4° 36 »	76° 34′ W.	1350	15,0	15,1	15,3	15,3	14,5
Toulon	43° 7′ »	3° 36′ Oe.	—	15,1	8,6	13,3	22,3	16,3

Orte.	Breite.	Länge östlich oder westlich vom Meridiane von Paris.	Höhe über der Meeresfläche. Toisen.	Mittlere Temperatur. Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
Lohughat (Indien) .	29° 23′ N.	79° 56′ Oe.	870	15,2	7,5	15,4	21,7	16,3
Florenz	43° 47′ »	8° 55′ »	33	15,3	6,8	14,7	24,0	15,7
Rom	41° 54′ »	10° 8′ »	27	15,4	8,1	14,1	22,9	16,5
Perpignan	42° 42′ »	0° 34′ »	27	15,5	7,2	14,4	23,9	16,2
Nicea	43° 42′ »	4° 57′ »	—	15,6	9,3	13,3	22,5	17,2
Quito	0° 14′ S.	81° 5′ W.	1495	15,6	15,4	15,7	15,6	15,7
Capo di Monte (bei Neapel)	40° 52′ N.	11° 15′ Oe	77	15,7	8,7	14,3	23,5	16,3
				16,0	8,8	14,7	23,6	16,8
Chapel Hill (Ver. St.)	35° 54′ »	81° 19′ W.	. . .	15,7	5,4	15,4	25,2	16,7
Cagliari (Sardinien) .	39° 13′ »	6° 46′ Oe.	52	16,3	10,2	14,0	22,4	18,3
Neapel (Stadt) . .	40° 51′ »	11° 55′ »	28	16,7	9,9	15,6	23,9	17,3
				16,4	9,8	15,2	23,8	16,8
Lissabon	38° 42′ »	11° 29′ W.	37	16,4	11,3	15,5	21,7	17,0
Merico	19° 26′ »	101° 26′ »	1165	16,6	13,0	18,1	19,1	16,2
Buenos-Ayres	34° 37′ S	60° 44′ »	—	16,9	11,4	15,2	22,8	18,1
Barcelona	41° 22′ N.	0° 9′ »	. . .	17,0	10,0	15,5	24,5	17,8

Laguna (Teneriffa) .	28° 30′ N.	18° 39′ »	280	17,1	13,6	15,4	20,2	18,9
Palermo	38° 7′ »	11° 1′ Oe.	28	17,2	11,4	15,0	23,5	19,0
Constantine (Afrika) .	36° 20′ »	4° 14′ »	. . .	17,2	10,2	12,3	26,6	19,7
Cathmandou (Indien)	27° 42′ »	85° 20′ »	725	17,3	8,4	18,4	24,3	18,2
Abbeville (St. Carolina)	34° 10′ »	84° 46′ W.	. . .	17,5	8,3	18,7	26,7	16,3
Gibraltar	36° 7′ »	7° 41′ »	. . .	17,9	13,8	17,3	22,7	17,8
Nicolosi (Sicilien) . .	37° 35′ »	12° 46′ Oe.	362	18,0	10,7	16,6	25,9	18,7
Canee (Candien) . .	35° 29′ »	21° 40′ »	. . .	18,0	12,4	15,6	25,2	18,9
Paramatta (Neu-Holland)	33° 50′ S.	148° 50′ »	—	18,1	12,5	19,2	23,3	18,2
Savannah (Ver. St.)	32° 5′ N	83° 27′ W.	. . .	18,1	10,9	18,0	25,1	18,3
Smirna	38° 26′ »	24° 48′ Oe.	. . .	18,2	11,1	14,6	26,0	21,1
Nangassaki (Japan) .	32° 45′ »	127° 32′ »	. . .	18,3	8,4	15,5	27,7	21,6
Natchez (Ver. St.) .	31° 34′ »	93° 45′ W.	30	18,3	10,0	19,1	25,4	18,6
Funchal (Madera) .	32° 38′ »	19° 15′ »	—	18,7	16,3	17,5	21,1	19,8
Messina	38° 11′ »	13° 14′ Oe.	—	18,8	12,8	16,4	25,1	20,7
Capstadt (Afrika) . .	33° 56′ »	16° 8′ »	—	19,1	14,8	18,6	23,4	19,4
Warschau	52° 13′ »	18° 42′ »	62	7,5	— 2,5	7,0	17,5	8,0
Danzig	54° 21′ »	16° 18′ »	. . .	7,6	— 1,2	6,7	16,4	8,4
Zittau	50° 54′ »	12° 28′ »	127	7,6	— 1,7	7,5	16,5	8,3
Bayreuth	49° 57′ »	9° 16′ »	175	7,6	— 1,3	7,9	15,9	8,0
Poln. Wartenberg .	51° 19′ »	15° 21′ »	75	7,8	— 2,0	7,9	17,1	8,4
Kielce (Polen) . . .	50° 52′ »	18° 18′ »	140	7,8	— 1,7	7,8	16,0	8,8
Koburg	50° 16′ »	8° 39′ »	113	7,8	— 0,9	7,2	17,1	8,2

Orte.	Breite.	Länge östlich oder westlich vom Meridiane von Paris.	Höhe über der Meeresfläche. Toisen.	Mittlere Temperatur.				
				Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
Kremsmünster (Deutschl.)	48° 3′ N.	11° 48′ Oe.	185	7,8	— 1,9	8,0	17,1	8,2
Bern	46° 57′ »	5° 6′ »	300	7,8	— 0,9	7,9	15,9	8,3
Göteborg (Schweden)	57° 41′ »	9° 36′ »	—	7,9	— 0,3	6,5	16,9	8,7
Augsburg	48° 22′ »	8° 34′ »	253	7,9	— 1,7	8,3	16,6	8,2
Stromneß (J. Orkney)	58° 57′ »	5° 49′ W.	. . .	8,0	4,0	6,5	12,5	9,0
Praestoe (Dänemark) .	55° 7′ »	9° 43′ Oe.	—	8,0	— 0,3	6,5	16,2	9,4
Krakau	50° 4′ »	17° 37′ »	103	8,0	— 3,3	6,9	19,1	8,0
Landskron (Böhmen) .	49° 55′ »	14° 17′ »	170	8,0	— 2,3	8,3	17,7	8,1
Kinfauns Castle (Schottl.)	56° 24′ »	5° 39′ W.	23	8,1	3,3	7,4	14,1	8,7
Breslau	51° 6′ »	14° 42′ Oe.	72	8,1	— 1,0	7,2	17,3	8,1
Clunie Manse (Schottl.)	57° 12′ »	4° 55′ W.	30	8,2	3,2	7,9	14,8	7,9
Kopenhagen	55° 41′ »	10° 14′ Oe.	—	8,2	— 0,4	6,5	17,2	9,3
Stralsund	54° 19′ »	10° 45′ »	—	8,2	— 0,2	7,0	16,5	9,3
Medfield (Ver. St.) .	42° 15′ »	73° 20′ W.	. . .	8,2	— 3,0	6,8	19,6	9,4
Apenrade (Deutschland)	55° 3′ »	7° 5′ Oe.	—	8,3	0,6	6,9	16,2	9,0
Kendal (England) . .	54° 17′ »	5° 6′ W.	22	8,3	2,9	7,5	14,5	8,5
Alderley Rectory (Engl.)	53° 20′ »	4° 40′ Oe.	. . .	8,3	2,7	7,6	14,0	8,9

Arnstadt (Deutschland)	50° 50′ N.	8° 37′ W.	150	8,3	— 1,3	8,5	17,2	8,9
Fulda	50° 34′ »	7° 24′ »	140	8,3	— 2,6	8,1	18,7	8,9
Carlisle (England) .	54° 54′ »	5° 17′ »	—	8,4	3,0	7,5	14,2	8,7
Giengen (Deutschland)	48° 37′ »	7° 55′ Oe.	247	8,4	0,0	8,9	17,0	8,0
Swinemünde . . .	53° 54′ »	11° 57′ »	—	8,5	— 0,7	7,4	17,4	9,5
Dresden	51° 3′ »	11° 24′ »	62	8,5	— 0,4	8,4	17,2	8,4
Jena.	50° 56′ »	9° 17′ »	83	9,1	— 0,9	8,9	17,3	9,3
St. Gallen	47° 26′ »	7° 2′ »	. . .	9,3	0,4	9,2	17,9	9,6
Edinburg	55° 57′ »	5° 32′ W.	45	8,6	3,6	7,6	14,4	8,9
Curhaven	53° 53′ »	6° 24′ Oe.	—	8,6	— 0,3	7,5	17,2	9,2
Hamburg	53° 33′ »	7° 38, »	—	8,6	— 0,3	8,0	17,0	8,8
Berlin	52° 31′ »	11° 3′ »	20	8,6	— 0,8	8,0	17,3	8,8
				8,6	— 0,7	8,4	17,6	9,1
Ratisbonne	49° 1′ »	9° 46′ »	172	8,6	1,4	9,4	17,9	8,7
Tübingen	48° 31′ »	6° 43′ »	170	8,6	0,2	8,6	17,1	8,9
New-Malton (England)	54° 8′ »	3° 7′ W.	—	8,7	2,5	8,1	15,1	9,1
Manchester	53° 29′ »	4° 35′ »	24	8,7	2,8	7,9	14,8	9,2
Andover (Ver. St.) .	42° 38′ »	73° 27′ »	30	8,7	2,9	7,2	20,6	9,6
Sagan (Schlesien) .	51° 39′ »	12° 59′ »	63	8 8	2,6	7,0	18,2	8,2
Halle	51° 31′ »	9° 37′ »	57	8,8	0,0	8,6	17,5	9,1
Saaz (Böhmen) . .	50° 20′ »	11° 13′ »	132	8,8	1,4	9,1	18,3	9,1
Andechs (Deutschland)	47° 58′ »	8° 52′ »	360	8,8	1,2	8,8	18,6	9,1
Bremen	53° 5′ »	6° 28′ »	—	8,9	0,5	8,3	17,2	19,5

Orte.	Breite.	Länge östlich oder westlich vom Meridian von Paris.	Höhe über der Meeres-fläche. Toisen.	Mittlere Temperatur.				
				Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
München	48° 9′ N.	9° 14′ Oe.	266	8,9	0,4	9,0	17,4	19,1
Salem (Ver. St.) . .	42° 31′ »	73° 14′ W.	—	8,9	2,6	7,2	20,6	10,5
Cambridge (Ver. St.)	42° 22′ »	73° 28′ »	—	8,9	2,8	7,4	20,7	10,1
Erfurt	50° 59′ »	8° 42′ Oe	107	9,0	0,6	8,5	17,3	9,5
Insbruck	47° 16′ »	9° 4′ »	303	9,0	1,9	10,0	18,3	9,6
Göttingen	51° 32′ »	7° 36′ »	68	9,1	0,6	. . .	17,6	. . .
Wangen (Deutschland)	48° 46′ »	6° 55′ »	142	9,1	0,4	9,3	17,9	9,4
Rochester (Ver. St.) .	43° 8′ »	80° 11′ W.	80	9,1	— 2,5	8,5	20,3	10,2
Albany (Ver. St.) .	42° 39′ »	76° 5′ »	20	9,2	— 3,0	8,7	20,9	9,7
Salzufflen (Deutschland)	52° 5′ »	6° 25′ Oe.	50	9,3	1,5	8,9	17,3	9,6
Elberfeld	51° 16′ »	44° 9′ »	67	9,3	2,2	8,8	16,3 ?	9,7
Nicolayeff (Krimm) .	46° 58′ »	29° 39′ »	—	9,3	— 3,4	9,6	21,8	10,0
Boston (Ver. St) .	42° 21′ »	73° 24′ W.	. . .	9,3	— 1,6	7,7	20,5	10,4
Dublin	53° 23′ »	8° 41′ »	—	9,5	4,6	8,4	15,3	9,8
Münster	51° 58′ »	5° 18′ Oe.	32	9,5	2,2	8,7	16,8	10,1
Prag	50° 5′ »	12° 6′ »	98	9,5	— 0,4	9,6	18,9	9,8
Lausanne	46° 31′ »	4° 18′ »	260	9,5	— 0,5	9,2	18,4	9,9

Zwanenbourgh (Holland)	52° 15′ N.	2° 0′ »	—	9,6	2,6	8,4	16,9	10,6
Bushey Heath (Engl.)	51° 38′ »	2° 41′ W.	87	9,6	3,1	8,7	16,6	10,2
Tottenham Green (bei London)	51° 31′ »	2° 26′ »	. . .	9,6	3,1	9,0	16,4	10,2
Stuttgart	48° 46′ »	6° 51′ Oe.	127	9,6	0,8	10,0	17,8	9,7
New=Bedford (Ver. St.)	41° 38′ »	73° 16′ W	. . .	9,6	0,8	7,7	20,1	11,5
Leyden	52° 10′ »	2° 9 Oe.	—	9,7	2,4	8,4	17,2	10,5
Cheltenham (England)	51° 55′ »	4° 24′ W.	. . .	9,7	3,8	9,2	15,8	10,1
Genf	46° 12′ »	3° 49′ Oe.	203	9,7	1,2	9,5	17,9	10,2
St. Jean de Maurienne	45° 18′ »	4° 4′ »	280	9,7	0,2	10,0	18,7	9,8
Sympheropol (Krimm)	45° 0′ »	31° 50′ »	133	9,7	0,5	10,6	19,6	8,0
Council Bluffs (Ver. Staaten)	41° 25′ »	98° 3′ W.	125	9,7	5,2	10,6	23,3	10,3
Frankfurt am Main .	50° 7′ »	6° 21′ Oe.	60	9,8	1,2	9,9	18,3	10,0
Straßburg	48° 35′ »	5° 25′ »	75	9,8	1,1	10,0	18,1	10,9
Basel	47° 34′ »	5° 15′ »	130	9,8	0,4	9,8	18,4	9,7
Harlem	52° 23′ »	2° 18′ »	—	10,0	2,8	9,2	17,0	11,0
Treves	49° 46′ »	4° 18′ »	80	10,0	1,9	10,0	17,8	10,1
Maestricht	50° 51′ »	3° 21′ »	25	10,1	1,9	10,0	18,0	11,1
Würzburg	49° 48′ »	7° 36′ »	88	10,1	1,6	10,2	18,7	9,7
Wien	48° 13′ »	14° 3′	80	10,1	0,2	10,5	20,3	10,5
Ft. George (Amerika)	46° 18′ »	125° 20′ W	. . .	10,1	3,8	9,0	15,5	12,0
Ft. Wolcott (Ver. St.)	41° 29′ »	73° 40′ »	—	10,1	0,1	8,4	20,6	12,2

Orte.	Breite.	Länge östlich oder westlich vom Meridian von Paris.	Höhe über der Meeresfläche. Toisen.	Mittlere Temperatur.				
				Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
Insel Melville . . .	74° 47′ N.	113° 8′ W.	—	— 18,7	— 33,5	— 19,5	2,8	— 18,0
Insel Igloolik . . .	69° 19′ »	84° 23′ »	—	— 16,6	— 29,7	— 16,8	1,7	— 14,0
Ustjansk (Sibirien) .	70° 55′ »	136° 4′ Oe.	—	— 16,6	— 38,4	— 14,7	9,2	— 23,9
Port Bowen . . .	73° 14′ »	91° 15′ W.	—	— 15,8	— 31,7	— 21,0	2,7	— 11,9
Boothia Felix . . .	70° 2′ »	94° 10′ »	—	— 15,7	— 33,2	— 20,7	3,4	— 12,4
Winterinsel	66° 11′ »	85° 31′ »	—	— 14,0	— 29,1	— 14,2	1,7	— 8,0
Ft. Enterprise . . .	64° 28′ »	115° 26′ »	130	. . .	— 30,9	— 13,2	. . .	— 7,3
Jakoutsk	62° 1′ »	126° 47′ Oe.	60	— 9,7	— 38,9	— 8,3	17,2	— 6,6
Novaja Semlja . .	70° 37′ »	55° 27′ »	—	— 9,5	— 16,0	— 15,9	2,0	— 7,9
» » . . .	73° 0′ »	51° 30′ »	—	— 8,4	— 19,0	— 11,8	3,6	— 6,3
Ft. Franklin . . .	65° 12′ »	125° 33′ W.	35	— 8,2	— 27,2	— 10,0	10,2	— 6,0
Ft. Reliance . . .	62° 56′ »	109° 1′ »	55	. . .	— 29,1	— 10,7	. . .	. . .
Spitzbergen	80° 0′ »	14° 0′ Oe.	—	. . .	. . .	. . .	3,4	. . .
Meer bei Grönland .	78° 0′ »	bei Spitzb.	—	(— 7,7)	. . .	— 9,4	1,4	. . .
Novaja Semlja . .	73° 57′ »	52° 28′ Oe.	—	— 6,9	— 14,1	— 10,3	4,2	— 7,4
Meer bei Grönland .	72° 0′ »	21° 0′ W.	—	. . .	. . .	. . .	1,4	. . .
» » » .	80° 0′ »	8° 0′ Oe.	—	. . .	. . .	. . .	1,4	. . .

Nain (Labrador) . .	57° 10′ N.	46° 10′ W.	—	— 3,6	— 18,5	— 5,8	7,6	2,2
Ft. Simpson . . .	62° 11′ »	123° 52′ »	40	— 3,5	— 23,5	— 2,8	15,1	— 2,8
Enontekies (Lappland)	68° 40′ »	20° 0′ Oe.	223	— 2,7	— 17,0	— 3,9	12,6	— 2,7
St. Bernhard (Hospiz)	45° 50′ »	4° 45′ »	1280	— 1,0	— 7,8	— 2,0	6,1	— 0,4
St. Gotthard . . .	46° 33′ »	6° 14′ »	1075	— 0,8	— 7,6	— 2,7	6,7	0,0
Slatoust (Ural) . .	55° 8′ »	57° 8′ »	165	— 0,7	— 16,6	— 0,8	15,2	0,2
Haapakyla (Schweden)	66° 27′ »	21° 27′ »	. . .	— 0,5	— 14,2	— 2,3	14,4	0,1
Irkutsk	52° 16′ »	101° 58′ »	210	— 0,2	— 17,6	— 4,5	15,9	2,2
Eyafiordur	65° 40′ »	22° 0′ W.	—	0,0	— 6,2	— 2,2	7,7	1,4
Nord-Cap (Norwegen)	71° 10′ »	23° 30′ Oe.	—	0.1	— 4,6	— 1,3	6,4	— 0,1
Schneekoppe (Schlesien)	50° 44′ »	13° 24′ »	821	0,2	. . .	. . .	8,1	. . .
Uleaborg	65° 3′ »	23° 6′ »	—	0,7	— 11,1	— 2,7	14,3	— 2,2
Nijneï Taguilsk (Ural)	57° 54′ »	57° 40′ »	120	1,1	— 15,5	5,4	19,8	— 5,4
Umea	63° 50′ »	17° 56′ »	—	2,1	— 10,2	0,6	14,1	3,1
Kasan	55° 48′ »	46° 47′ »	9	2,2	— 14,3	2,6	17,0	2,8
Hernösand	62° 38′ »	15° 33′ »	—	2,3	8,1	0,2	13,4	3,6
St. Petersburg . .	59° 56′ »	27° 59′ »	—	3,5	— 8,4	1,7	15,7	4,7
St. Jean (Neufoundl.)	47° 34′ »	54° 58′ W.	22	3,5	— 4,9	0,2	12,2	6,5
Moskau	55° 45′ »	35° 18′ Oe.	47	3,6	— 10,3	6,3	16,8	1,6
Reikiawig	64° 8′ »	24° 16′ W	—	4,0	— 1,6	2,4	12,0	3,3
Helsingfors	60° 10′ »	22° 38′ Oe.	—	4,0	— 6,1	1,4	15,2	5,7
Iluluk (Russisch Amerik.)	53° 52′ »	168° 45′ W.	. . .	4,1	— 0,1	2,0	10,5	3,7
Falun (Schweden) . .	60° 39′ »	13° 25′ Oe.	62	4,4	— 5,5	3,2	14,6	5,3

Orte.	Breite.	Länge östlich oder westlich vom Meridian von Paris.	Höhe über der Meeresfläche. Toisen.	Mittlere Temperatur.				
				Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
Abo	60° 27′ N.	19° 57′ Oe.	—	4,6	5,4	2,6	15,7	5,4
Tambow	52° 47′ »	39° 8′ »	32	5,1	8,7	. . .	18,4	. . .
P. Famine (Magellansstraße)	56° 38′ S.	73° 14 W.	—	. . .	1,1	. . .	. . .	5,7
Upsala	59° 52′ N.	15° 18′ Oe.	—	5,2	— 3,7	3,4	15,1	6,2
				5,3	. . .	. . .	. . .	. . .
Söndmör (Norwegen) .	62° 30′ »	4° 0′ »	—	5,3	— 2,7	4,0	13,3	6,5
Christiania	59° 54′ »	8° 25′ »	—	5,4	— 3,8	4.0	15,3	5,8
Eastport (Ver. St.) .	44° 54′ »	69° 16′ W.	—	5,4	— 5.4	3,6	16,1	7,6
Stockholm	59° 21′ »	15° 43′ Oe.	21	5,6	— 3,6	3 5	16,1	6,5
Pompey (Ver. St.) .	42° 56′ »	78° 25′ W.	200	6,1	— 5.3	5 3	17,7	6,8
Königsberg	54° 43′ »	18° 10 Oe.	—	6,2	— 3,3	5,3	15,9	6,7
Tepl	49° 58′ »	10° 33′ »	330	6,2	— 2,9	6,3	14,7	6,8
Haut-Peyssenberg . .	47° 48′ »	8° 41′ »	500	6,2	— 1,6	5,4	14,4	6,5
St. Lawrence (Ver. St.)	44° 40′ »	77° 20′ W.	62	6,2	— 6,8	5,9	18,6	7,4
Halifax (Neu-Schottland)	44° 39′ »	65° 57′ »	—	6,2	— 4,4	2,9	17,2	9,0
Carlsstadt (Schweden)	59° 23′ »	11° 10′ Oe.	27	6,3	— 2,7	4,7	16,2	6,9

Wilna	54° 41′ N.	22° 58′ »	60	6,3	— 4,6	5,7	17,6	6,5
Montreal (Canada) .	45° 31′ »	75° 55′ W.	. . .	6,5	— 8,1	6,8	20,6	8,4
Lead Hills (Schottland)	55° 25′ »	6° 8′ »	200	6,6	0,2	6,4	13,1	6,5
Hof (Franken) . . .	50° 19′ »	9° 35′ Oe.	250	6,6	— 1,5	5,8	15,9	6,2
Tegernsee (Baiern) .	47° 42′ »	9° 25′ »	377	6,6	— 1,9	5,7	15,3	7,3
Ft. Snelling (Mississippi)	44° 53′ »	95° 28′ W.	123	6,6	— 9,8	8,2	21,3	7,2
Ft. Howard (Michigan)	44° 40′ »	89° 22′ »	95	6,6	— 7,3	5,8	20,5	6,9
Tilsit (Preußen) . .	55° 4′ »	19° 33′ Oe.	. . .	6,7	— 3,6	5,9	16,7	7,3
Hohenelbe (Böhmen) .	50° 38′ »	13° 14′ »	235	6,7	— 2,6	6,5	15,6	7,2
Hohenfurt (Oesterreich)	48° 37′ »	12° 0′ »	285	6,7	— 3,3	7,2	16,4	6,0
Genkingen (Schwaben)	48° 25′ »	6° 50′ »	400	6,8	— 1,6	6,8	14,8	7,1
N. Archangelsk (Sitka)	57° 3′ »	137° 38′ W.	. . .	6,9	0,7	5,2	12,7	8,6
Weriö (Schweden) .	56° 53′ »	12° 25′ Oe.	75	6,9	— 2,3	5,3	17,7	7,1
Braunsberg (Preußen)	54° 19′ »	17° 34′ »	—	6,9	— 3,8	6,0	15,8	7,4
Dovre (Ver. St.) . .	43° 13′ »	73° 14′ W.	. .	6,9	5,0	5,7	19,0	8,0
Concord (Ver. St.) .	43° 12′ »	73° 49′ »	. .	6,9	5,2	6,7	18,5	7,6
Fayetteville (Ver. St.)	42° 58′ »	75° 2′ »	. .	7,0	— 5,6	6,0	19,0	7,9
Ullensvang (Norwegen)	60° 19′ »	4° 20′ Oe.	—					
und				7,2	— 0,1	6,0	15,6	7,4
Malganger (Norwegen)	59° 58′ »	6° 20′ »	—					
Lund (Schweden) . .	55° 42′ »	10° 51′ »	—	7,2	— 1,4	5,4	16,7	8,3
Freiberg (Sachsen) .	50° 55′ »	11° 0′ »	207	7,2	— 1,7	7,2	15,9	7,5
Alfort (Schottland) .	57° 13′ »	5° 2′ W.	65	7,3	1,9	6,0	13,7	7,4

Orte.	Breite.	Länge östlich oder westlich vom Meridian von Paris.	Höhe über der Meeresfläche. Toisen	Mittlere Temperatur. Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
Gotha	50° 57′ N.	8° 23′ Oe.	158	7,3	— 1,3	7,3	15,5	7,6
Tabor (Böhmen) . .	49° 24′ »	12° 19′ »	220	7,3	— 2,7	7,3	16,9	7,7
Dunfermline (Schottl.)	56° 5′ »	5° 46′ W	. . .	7,4	2,6	6,1	12,9	7,8
Applegarth Manse (Schottland) . . .	55° 13′ »	5° 32′ »	28	7,4	2,4	6,2	13,4	8,0
Utika (Ver. St.) . .	43° 7′ «	77° 33′ »	75	7,4	— 4,0	6,7	19,0	8,4
Thorshavn (Norwegen)	62° 2′ »	9° 6′ »	—	7,5	4,3	5,6	12,2	8,2

Druckfehler.

S. 9. Z. 6 v. u. statt keinen lies seinen.
S. 42. Z. 5 v. o. statt hatten lies hätten.
In Fig. 23 auf Seite 55 soll △ *ACD* = △ *ABD*, mithin auch *AC* = *AB* sein.
S. 69. Z. 16 v. o. statt Pitchinche lies Pitchincha.
S. 92. Z. 7 v. o. statt pojicirenden lies projicirenden.
S. 105. Z. 7 v. u. statt der Pendel lies das Pendel.
S. 108. Z. 16 v. o. statt weiter lies näher.

Druckfehler.

S. 8. Z. 6 v. u. statt seinen lies seinem.
S. 42. Z. 5 v. o. statt hätten lies hätte.
In Fig. 23 auf Seite 55 soll △ ACB = △ AKD, mithin auch $AC = AK$ sein.
S. 60. Z. 10 v. o. statt Bitschinda lies Bitschindra.
S. 62. Z. 7 v. o. statt [illegible] lies [illegible].
S. 105. Z. 7 v. u. statt der Winkel lies das Dreieck.
S. 105. Z. 16 v. o. statt weiter lies näher.

Geographie